Digitized by the Internet Archive
in 2017 with funding from
Getty Research Institute

https://archive.org/details/monographieduste00labl

MONOGRAPHIE

DU

STÉRÉOSCOPE

DU MÊME AUTEUR :

L'Art du Photographe, 2e édition. 1 vol. avec figures. . . 5 fr.

Photographie des Commençants. 1 vol. avec figures. (*Sous presse.*)

Répertoire encyclopédique de Photographie, par ordre alphabétique.

Partie non périodique, 2 vol. avec figures (*Sous presse*).
Partie périodique, 12 numéros, 1re année. 1 vol.

Les 3 volumes pour la 1re année : { Paris. . . . . 18 fr. / Départements. . . . . 20 fr. / Étranger. . . . . 22 fr.

Partie périodique, années suivantes.

12 numéros. . . . . { Paris. . . . . 6 fr. / Départements . . . . . 8 fr. / Étranger. . . . . 10 fr.

Coulommiers. — Typographie A. MOUSSIN.

MONOGRAPHIE

DU

STÉRÉOSCOPE

ET DES

EPREUVES STÉRÉOSCOPIQUES

PAR

H. DE LA BLANCHÈRE

PEINTRE ET PHOTOGRAPHE.
Médaille d'or de 1re classe, 2 médailles d'argent,

MEMBRE DE PLUSIEURS SOCIÉTÉS SAVANTES,
Président de la section de Photographie de la société libre des Beaux-Arts.

Speculum mundi.

PARIS

AMYOT, ÉDITEUR, 8, RUE DE LA PAIX

MAISON CENTRALE DE PHOTOGRAPHIE

N. B. DELAHAYE, 4, RUE DE LA DOUANE

A. BRIOIS, SUCCESSEUR.

PREMIÈRE PARTIE

HISTOIRE ET DÉCOUVERTE

§ 1er.

Préliminaires.

Vingt-deux années se sont écoulées déjà depuis l'étude spéciale et l'explication raisonnée des effets de la vision binoculaire, et de cette époque date une ère nouvelle pour le développement d'une partie de l'optique. Cette découverte a précédé d'une année celle du daguerréotype, premier pas de la photographie ; il semble que dans la destinée des choses de ce bas-monde, l'une devait arriver à point pour donner à l'autre toute l'extension et la portée dont elle était susceptible. Sans la photographie, le stéréoscope fût demeuré une curieuse application d'optique, mais son rôle eût été borné à nous faire voir en relief des solides géométriques en petit nombre et difficilement dessinés à la règle et au compas. Nulle main au monde ne pouvait rendre l'aspect saisis-

sant d'un portrait ainsi exécuté ou d'une vue même de peu d'étendue. La photographie naquit, et ses applications au stéréoscope ont ouvert une carrière qui n'a pas de bornes, et dont chaque jour écoulé recule la limite.

La peinture, la sculpture, l'architecture empruntent au stéréoscope leurs souvenirs ou leurs inspirations; l'histoire naturelle, la cristallographie, l'ethnologie, l'archéologie, que sais-je? toutes les sciences ont besoin aujourd'hui de son concours. Que l'on ne s'étonne donc pas de la popularité acquise par le stéréoscope, mais que l'on reste surpris de ce qu'il soit demeuré aussi longtemps sans être compris, et qu'il ne soit pas encore mille fois plus répandu!

§ 2.

Euclide. — Galien. — Léonard de Vinci. — Jean Porta. — Aguillon, Gassendi, etc., ont effleuré la connaissance de la vision binoculaire.

Il paraît certain qu'Euclide, il y a un peu plus de deux mille ans, s'était déjà rendu compte que la vision en relief, στερεοσ σκοπειν, est due à la simultanéité d'impression de deux images dissemblables du même objet obtenues par chaque œil de l'observateur. D'après la citation d'Arago, si nous croyons voir un objet entier, cela provient, a-t-il écrit, de la rapidité extrême avec laquelle notre vue en parcourt d'un mouvement continu toutes les parties.

Galien, le savant médecin des temps antiques, parlait aussi de ce phénomène quelque cinq cents ans après son prédécesseur mathématicien.

Il est probable que depuis ces deux grands observateurs qui ont synthétisé les connaissances de leur époque chacun à un point de vue spécial, beaucoup d'autres savants ont parlé de ces phénomènes, mais ces ouvrages ne nous sont pas parvenus, et, dans notre analyse rapide, nous passons immédiatement cette grande lacune pour arriver à la Renaissance.

Léonard de Vinci, en 1584, effleura ce sujet dans un manuscrit célèbre ; un pas de plus et la découverte était faite. Son génie se tourna vers la célébrité immédiate de son art, et l'inconnu subsista.

Le physicien Jean Porta, en 1593, eut connaissance de la vision binoculaire d'images distinctes, et François Aguillon, en 1613, consigne ces faits vaguement, dans son Traité d'optique publié à Anvers.

Gassendi, Harry Smith avaient aussi pressenti cette question intéressante. Il paraît même que, dès 1834, Elliot, mathématicien écossais, conçut l'idée d'un instrument destiné à faire voir simultanément deux images dissemblables propres à prouver la sensation du relief; mais il ne réalisa cette invention qu'en 1839.

§ 3.

Wheatstone, dès 1832, découvre la théorie. — Premier stéréoscope réalisé par lui en 1838.

Ainsi, la découverte effective de Wheatstone date de 1838 sous une forme solide. Les premières idées théoriques à ce sujet remontent à 1832. Elles furent publiées à cette époque par M. H. Mayo, dans la troisième édition de ses *Outlines of human physiology*.

L'idée première du stéréoscope de Wheatstone, réalisée en 1838, produisit un instrument de forme peu commode, il est vrai, mais parfaite pour faire ressortir le principe éminemment neuf que son auteur avait introduit dans la théorie de la vision binoculaire. En effet, avant Wheatstone, les physiciens et les physiologistes ne s'étaient pas rendu compte d'une façon suffisamment nette de l'influence que la double impression reçue par l'organe visuel pouvait avoir sur l'appréciation des formes que les objets présentent. On pensait bien que le mouvement plus ou moins grand de convergence, communiqué aux axes optiques des deux yeux pour les diriger en même temps sur un même objet, permettait de reconnaître la distance plus ou moins grande à laquelle il se trouve; on savait aussi que les personnes privées d'un œil manquent de précision dans l'appréciation des distances, et ne peuvent arriver à suppléer à la vision bino-

culaire que par le sentiment de la perspective aérienne, et par l'appréciation des effets de parallaxe produits par de légers déplacements de l'œil; mais on n'avait pas pensé que la dissemblance entre les apparences produites sur les deux yeux par la vision d'un objet unique pût faire naître dans notre esprit le sentiment du creux et du relief, ou, du moins, aider puissamment aux notions déjà fournies par la perspective et par le jeu des ombres et des lumières.

§ 4.

Expériences à l'appui du principe. — Expériences de M. Necker de Saussure. — Expériences et théorie de M. Brücke. — Vision successive.

M. Wheatstone mit le premier ce principe en évidence au moyen d'une série d'expériences ingénieuses.

Il montra que deux lignes droites tracées sur deux feuilles de papier verticales donneraient, en s'unissant, la sensation d'une ligne horizontale; que des courbes tracées sur ce même papier se redressaient dans l'espace et semblaient se couper; que des images plates de cônes, de cubes, de pyramides, de polyèdres, et d'autres objets plus compliqués, donnaient la sensation de solides en relief; que des fleurs, des cristaux, des bustes, des vases, des instruments de diverses formes pouvaient être représentés si parfaitement, qu'il était difficile, à la vue simple, de les distinguer des objets eux-mêmes.

Il signala et décrivit en même temps les effets singuliers qui se produisent lorsqu'on place devant l'œil droit l'image de l'objet vu de l'œil gauche, et réciproquement. Il s'aperçut que le cône en relief, par exemple, était remplacé par un cône creux, et réciproquement. M. Wheatstone rapportait encore un fait sur lequel M. Necker de Saussure avait appelé le premier l'attention dans une lettre à sir David Brewster. Voici cette expérience :

Dessinons un cube au rhomboëdre, de telle sorte que l'angle solide A soit ou le plus près de l'œil, ou en avant du tableau, l'angle solide A′, le plus loin derrière le tableau : et que, par conséquent, la face A C D B soit en avant, et la face A′ D C E sur le côté en arrière. Si l'on regarde pendant quelque temps, et attentivement la figure, on s'apercevra que la position apparente du cube semblera quelquefois opposée, de sorte que l'angle A′ paraîtra le plus près, et l'angle A le plus loin.

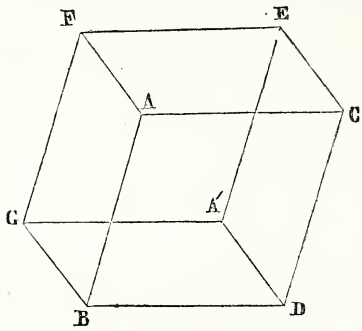


Fig. 1.

Pour obtenir ces effets divers, il faut fixer attentivement le point A seul, position des yeux dans laquelle les autres points de la figure n'apparaissent qu'avec une vision troublée et indistincte. Dans ce cas, le point A

apparaîtra en avant et plus près. Si, au contraire, on fait la même expérience en fixant le point A′, celui-ci deviendra en avant et proéminent.

Il semble ressortir de ce fait que l'intensité de l'impression sur l'œil détermine la proéminence de l'un des deux points.

Si, devant un de nos yeux, nous plaçons divers objets de manière que l'une de leurs faces cache l'objet pour cet œil, en ouvrant l'autre, nous percevrons par celui-ci une image très-différente de celle offerte au premier. Par exemple : un crayon horizontal dont la section cache la longueur, une lame de couteau dont le dos cache le tranchant, plus simplement la main, dont l'index cache les autres doigts. Il est donc évident, par ces exemples choisis de manière à rendre l'expérience frappante, que chaque objet offert à nos yeux produit sur chaque rétine une image différente.

Supposons maintenant que nous ayons un dessin exact de chacune de ces visions distinctes, le problème du stéréoscope consistera à chercher comment on peut faire arriver sur les deux rétines ces deux images du même objet, absolument comme si elles étaient envoyées par l'objet lui-même.

Cette théorie, émise par M. Brücke, rend compte des phénomènes les plus compliqués de la vision stéréoscopique. Suivant lui, nous ne voyons jamais un objet entier de la vision distincte, et nous ne pouvons voir dis-

tinctement, à chaque instant, qu'un seul point du même objet; en outre, plus nous verrons ce point distinctement, plus le reste de l'objet apparaîtra confus ou double. Donc, dans la sensation ordinaire du relief des objets extérieurs, l'impression de vision distincte produite sur nos yeux n'est pas une et simultanée; elle est la résultante d'une série d'impressions se succédant à des intervalles très-rapprochés mais appréciables.

Qu'on place devant un œil, à 0^{m}, 15^{c} environ, un objet mince vertical, crayon, règle, porte-plumes, qu'on en mette un second à une distance double, en fixant attentivement l'objet le plus près, de manière à en avoir une perception bien distincte, le plus éloigné paraîtra double. Si on renverse l'expérience, en regardant le plus éloigné, le premier sera confus et dédoublé.

En juxtaposant ces images, en essayant de les faire mordre l'une sur l'autre, on n'aurait pas la sensation du relief, car chacune d'elles serait vue par les deux yeux, et il faut, au contraire, qu'elles arrivent isolément, tout en paraissant venir d'un seul et même point. C'est en les réfléchissant sur des miroirs qu'on y arrive le plus simplement, et ce fut la première phase de l'invention.

§ 5.

Superposition sans instruments.

On peut se rendre compte de ces phénomènes au moyen de la combinaison suivante : Tracez, sur une même

feuille de papier, à une certaine distance l'un de l'autre, deux dessins en perspective d'un même objet, tels qu'ils doivent être pour produire sur chaque œil l'impression correspondante à la vision de l'objet direct; puis ramenez, par un moyen quelconque, les images de ces dessins sur les points des deux rétines qui sont impressionnées simultanément dans la vision de l'objet lui-même, et, alors, cet objet apparaîtra comme s'il existait réellement dans l'espace avec ses trois dimensions.

Pour produire cette superposition apparente des deux images, il suffit à quelques personnes d'agir par la volonté sur les muscles des yeux, de façon à produire un degré convenable de strabisme.

Cette faculté ne s'acquiert qu'avec un certain exercice, et peu de personnes y parviennent sans difficulté et surtout sans fatigue; aussi M. Wheatstone eut-il la pensée de substituer à ce moyen incommode et incertain, l'emploi d'un appareil qui produisît le même effet, et il imagina le stéréoscope primitif ou stéréoscope à réflexion.

Cet instrument, malgré la simplicité de sa construction, ne présentait pas une assez grande commodité pour être utilisé autrement que comme objet d'étude. Aussi, malgré tout l'intérêt que cette question devait présenter, ne fut-il construit en France que quelques-uns de ces appareils qui restèrent enfouis dans les cabinets de physique. La forme de cet appareil est peu portative, nous en verrons la description dans la 2e partie, c'est de

plus un instrument fragile. Il fut donc abandonné, et cependant il est probable qu'avec quelques modifications que l'expérience fera trouver, ce sera celui auquel on reviendra. Il a des défauts, mais aussi de grands avantages.

§ 6.

Perfectionnement de Wheatstone.

La disposition qui devait populariser le stéréoscope, consistait à produire la superposition des images non plus par réflexion, mais par réfraction. Nous verrons que sous cette forme l'instrument devient moins volumineux, partant, portatif et plus commode.

Des essais furent faits dans cette voie par M. Wheatstone, ainsi que cela résulte de la citation suivante d'une lettre de M. Murray, opticien à Londres, à M. Wheatstone.

« En examinant les comptes que vous a fournis « M. Newmann de Régent street pendant le temps que « j'étais employé dans son établissement, je trouve que « ma première connaissance de ses stéréoscopes à miroir « et de vos stéréoscopes à prismes date de *la dernière « moitié de l'année* 1832. »

Huit années avant la construction de ces stéréoscopes par un autre.

§ 7.

M. Brewster. — Perfectionnements apportés par lui.

Mais le but ne fut atteint que par M. Brewster (1) en 1850. Ce fut le point de départ d'une vulgarisation qui n'est encore qu'à sa première période.

Cet habile physicien fut naturellement amené à faire ce changement par suite des études spéciales auxquelles il s'était livré pour substituer dans plusieurs instruments d'optique aux miroirs réflecteurs des prismes réfracteurs. Il imagina de couper en deux parties une lentille quelconque et de placer la moitié gauche devant l'œil droit, la moitié droite devant l'œil gauche en conservant

(1) David Brewster, né en 1781 à Jedbrugh, en Écosse. Ses parents occupaient une position médiocre et le destinaient à l'état ecclésiastique. A 19 ans, ses succès attirèrent l'attention des professeurs Robertson et Dugald Steward. Il fut bientôt choisi pour la rédaction de l'*Edimburgh Encyclopedia,* qu'il dirigea pendant 22 ans, de 1808 à 1830. Il devint ainsi un des écrivains les plus savants dans l'optique, objet constant de ses études, et y fit un grand nombre de découvertes.

Ce furent d'abord des appareils très-puissants pour les phares; en 1816, le kaléidoscope devenu populaire. L'Institut de France lui vota un prix de 3,000 fr. En 1819, il fit des découvertes remarquables sur la polarisation de la lumière et reçut de la *Royal Society* où il avait été admis, une médaille d'or et une d'argent. En 1825, il fut élu membre correspondant de tous les corps savants de l'Europe. En 1831, il fut chevalier de l'ordre de Guillaume IV, et quelques années après, élu membre étranger de l'Académie Française. Il est le traducteur des Lettres d'Euler, et a fait la biographie d'Isaac Newton. Il a beaucoup et bien écrit sur la photographie, et posé dès longtemps les lois convenables à la construction des stéréoscopes.

les lignes de section bien parallèles entre elles, et parallèles à l'axe du visage, par conséquent perpendiculaires à l'axe des deux yeux ; de cette manière, les deux portions de lentilles font l'effet de prismes et tous les objets vus par l'œil droit sont déviés vers la gauche, et ceux vus par l'œil gauche, vers la droite. On peut donc, au moyen de deux dessins convenablement espacés et placés vis-à-vis des yeux à une distance qui dépend du foyer de la lentille, obtenir la superposition apparente des images et par suite l'effet stéréoscopique. Les lentilles ont en outre l'avantage suivant leur puissance de rejeter les images à distance de vue distincte en les grossissant plus ou moins, ce qui ajoute à l'effet de l'instrument et permet l'usage de dessins plus petits et plus chargés de détails.

§ 8.

L'instrument n'est pas goûté en Angleterre. — Stéréoscope présenté à l'Exposition universelle de 1851, par M. Dubosc.

Quoique l'invention de sir D. Brewster datât de 1844, elle n'avait pas été appréciée en Angleterre, et ce fut en 1850 seulement que sir D. Brewster put trouver en France, chez MM. Soleil et Dubosc, le concours nécessaire pour exécuter cet instrument qui devait devenir si populaire.

Après avoir cherché, mais en vain, à obtenir des op-

ticiens de Londres qu'ils construisissent le stéréoscope, et qu'ils fissent exécuter pour cet instrument des épreuves binoculaires, sir D. Brewster apporta à Paris, dans le printemps de 1850, un stéréoscope fait par M. London, opticien à Dundee, et un portrait photographique binoculaire du docteur Adamson de Saint-Andrews obtenu par lui-même; il montra l'instrument, le portrait, et quelques épreuves stéréoscopiques à M. l'abbé Moigno, à M. Soleil et à son gendre M. Dubosc, opticiens à Paris. Ces messieurs saisirent aussitôt la valeur du nouvel appareil; ils comprirent que ce n'était pas un simple amusement, mais un puissant auxiliaire des arts de la sculpture et du portrait. M. Dubosc construisit immédiatement pour le commerce un très-grand nombre d'appareils; il produisit en même temps de belles et nombreuses collections d'épreuves binoculaires.

Lors de l'Exposition universelle de 1851, un stéréoscope lenticulaire exposé par M. Dubosc, attira l'attention de S. M. la Reine de la Grande-Bretagne; celui-ci exécuta pour elle un magnifique instrument que le physicien anglais lui présenta au nom de l'artiste français. Par suite de toute cette exhibition publique, M. Dubosc reçut beaucoup de commandes d'Angleterre, et un très-grand nombre de stéréoscopes lenticulaires furent importés dans ce pays. Les commandes devinrent alors considérables, et les opticiens anglais se livrèrent à leur tour

à la fabrication de ces instruments. On doit remarquer que dès lors le succès du stéréoscope fut encore plus populaire en Angleterre qu'en France.

§ 9.

Épreuves transparentes appliquées par M. Dubosc.

A cette époque, 1852, le stéréoscope de sir D. Brewster ne contenait que des dessins opaques, lithographies, photographies sur papier ou plaques daguerriennes, et quoique l'inventeur eût signalé dès le commencement l'emploi qu'on parvint à faire d'épreuves sur papier transparent ou de peinture sur verre, il n'avait pas songé à enlever le fond de la boîte de l'appareil pour permettre d'y regarder les épreuves transparentes dont l'effet est si remarquable.

C'est encore à M. Dubosc que paraît revenir la première idée de cette application et sa réalisation pratique. Il est vrai que l'emploi de l'albumine sur glace inventé par M. Niepre de Saint-Victor était venu combler magnifiquement la lacune qui pouvait exister dans le perfectionnement de l'appareil qui nous occupe. Depuis s'y est joint le procédé Taupenot, collodion sur albumine, et enfin le collodion sec, qui ont permis d'obtenir ces épreuves plus facilement et à un prix moins élevé. Ainsi tout s'enchaîne dans cette suite de découvertes qui vont se complétant l'une et l'autre, et offrent une série non

interrompue de perfectionnements. Ira-t-on plus loin? c'est le secret de l'avenir, mais il est vraiment permis d'en douter.

§ 10.

Épreuves stéréoscopiques de M. Cima.

La sensation du relief stéréoscopique peut s'obtenir dans quelques cas au moyen d'artifices ingénieux, dont l'explication n'est pas toujours facile; ainsi M. Cima, professeur de Physique à Turin, est l'inventeur d'une expérience stéréoscopique d'un grand intérêt. Il prend un dessin au crayon, lithographié ou gravé, d'une tête vue de face, et haute environ de 3 ou 4 centimètres; il coupe le dessin en deux, suivant une ligne qui coïncide avec l'axe vertical du nez. Tenant de chacune de ses mains, une des demi-faces, et les maintenant toujours dans un même plan vertical, il les dresse devant les deux yeux, à une distance plus courte que la distance de la vision distincte; faisant alors converger les axes optiques, il approche ou éloigne les deux dessins jusqu'à ce qu'il arrive à voir deux images de chacun, et jusqu'à ce que les deux images du milieu coïncident, et se réunissent pour produire la sensation de la face entière.

Lorsqu'on fait, dit M. Cima, cette expérience pour la première fois, on est grandement surpris de voir que

l'image de la face entière, obtenue ainsi par superposition des images des deux moitiés, présente à un très-haut degré l'apparence d'un objet solide ou en relief; les clairs-obscurs se fondent ou s'amalgament comme dans une figure modelée; le nez se détache très-bien du visage; les sourcils, les lèvres, le menton sont proéminents d'une manière sensible; toute la figure sort du fond sur lequel elle est dessinée et prend une expression si frappante qu'on la dirait vivante.

La distance qui doit séparer les deux demi-faces, et leur éloignement des deux yeux nécessaire à la production du maximum d'effet, varient d'un individu à l'autre et ne peuvent se déterminer que par tâtonnement. Plus on fixe les deux images, et plus la sensation de relief augmente.

M. Cima essaie d'expliquer cette sensation de relief; il la rattache à des phénomènes d'irradiation semblables à ceux que M. Haidinger a étudiés il y a quelques années, et qui ont mis en évidence la double propriété que possède notre œil : 1° de voir avec une couleur grise uniforme de très-petits espaces, alternativement blancs et noirs, très-rapprochés les uns des autres, quand on les regarde d'une distance plus courte que la distance de la vision directe; 2° de voir agrandies, diffuses sur leurs contours et en saillie, les parties blanches d'une surface plane entourées de portions alternativement noires ou sombres.

Cette expérience si curieuse montre combien doivent se produire de remarques, maintenant que la voie est ouverte, et que le chemin indiqué permet à chacun de glaner à loisir sur ses bords.

§ 11.

Faveur des épreuves stéréoscopiques. — Difficulté de les obtenir bonnes. — Divergence sur la quantité du relief.

La faveur qui s'est attachée, dès l'apparition des instruments, aux épreuves stéréoscopiques, loin de diminuer, semble chaque jour augmenter davantage. Et cependant les jurys de plusieurs expositions sont loin de partager à ce sujet le sentiment public, puisqu'ils ont osé déprécier les plus belles productions en ce genre, et les reléguer en dehors de leurs savantes et lucides appréciations, comme s'il y avait peu de mérite à produire de belles et bonnes épreuves stéréoscopiques, et comme si le talent, *l'Art* en un mot, ne devait pas avant tout se faire jour dans ces productions comme dans toutes celles de la photographie. Heureusement le bon goût du public et des amateurs avait porté un autre jugement et la voix des jurys a retenti dans le désert. On a recherché les belles épreuves, on les recherche encore, on les admirera toujours. Grâce, en effet, à la facilité du maniement de ces épreuves de petites dimensions, le public aime à voyager promptement, sûrement dans les

pays connus ou inconnus où le mène le photographe ; il y prend un plaisir d'autant plus grand que la fatigue et les dangers sont pour d'autres et l'intérêt pour lui. Le monde est bientôt exploré en entier, et il peut l'être encore bien des fois sans que la curiosité se lasse ou soit satisfaite ; la nature est immense, et Dieu merci, la soif de connaître n'a pas plus de limites.

Si tout le monde est d'accord sur la perfection d'une bonne épreuve stéréoscopique, il s'en faut de beaucoup que la même entente règne sur la manière de les obtenir. Sans doute les praticiens se souciant peu de théories plus ou moins compréhensibles pour eux, se sont mis à la besogne et se laissant guider par l'observation, atteignirent assez heureusement le but de plaire et d'être recherchés ; mais les savants firent tout le contraire, et chacun voulant que son système prévalût, on arriva dans ce camp à ne plus s'entendre. La production marchait toujours bonne et mauvaise, intelligente par instinct ou maladroite par ignorance, il en est de même partout et toujours.

Et cependant puisque les épreuves stéréoscopiques doivent produire aux yeux la sensation d'un corps avec ses trois dimensions, si l'une d'elles est faussée, la représentation est mauvaise. Personne n'a discuté la dimension en hauteur et largeur (ligne des x et des y) mais pour celle de l'épaisseur (ligne des z), c'est tout autre chose. Pourquoi cette divergence sinon parce que la

photographie n'est pas seulement une science abstraite soumise à des formules mathématiques, mais bien un *art*, c'est-à-dire la représentation intelligente et variable d'une nature choisie. Il faudrait reprendre ici la théorie du beau en photographie et du choix des points de vue, travail qui a trouvé sa place dans notre ouvrage, *L'Art du Photographe*. Nous y renverrons donc, en disant toutefois que pour obtenir de beaux résultats, il faut se laisser guider par une méthode, ne s'en écarter que le moins possible et dans des circonstances intelligemment choisies; suivre une règle en un mot et laisser au bon goût et aux circonstances extérieures de lieu et de temps le droit de nous la faire transgresser.

Tout le monde est d'accord que le relief des images stéréoscopiques doit être vrai, c'est-à-dire suffisant et non exagéré; le point délicat portait donc sur l'écartement à donner aux deux stations : sur la grandeur de la base du triangle isoscèle dont les objets à représenter forment le sommet.

Notre théorie se trouvera exposée dans la 3e partie de ce livre; elle sera éclectique comme nous le faisons pressentir, parce que notre science n'est pas exacte mais artistique, elle embrassera les vues de près et les vues de loin et variera avec ces circonstances.

DEUXIÈME PARTIE

MODIFICATIONS

PERFECTIONNEMENTS, CONSTRUCTIONS DIVERSES DE L'INSTRUMENT STÉRÉOSCOPIQUE.

§ 1er.

Le stéréoscope à réflexion (M. Weatstone). — Sa construction. — Manière de s'en servir. — Observations de M. l'abbé Moigno à ce sujet.

Le stéréoscope à réflexion totale ou à miroir est le premier inventé, et le point de départ, par conséquent, de toutes les ingénieuses modifications que nous allons passer en revue dans ce chapitre.

AD, A′C (fig. 2) sont deux cloisons verticales parallèles réunies comme les parois d'une boîte à un écran DC muni de deux petites ouvertures LR, espacées de la distance moyenne des deux yeux, 65 millimètres. Ces ouvertures sont percées à la même hauteur et dans le plan horizontal qui passerait par les centres de figure des images qu'on placera sur les cloisons AC et A′D. Au milieu du système, deux miroirs parfaitement plans

sont ajustés de manière à former un angle dièdre M P M′ de 90°, tel que le plan A″q, bisecteur de cet angle, soit

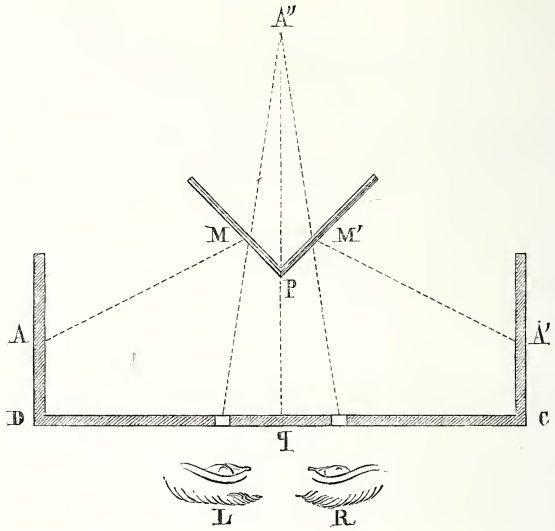
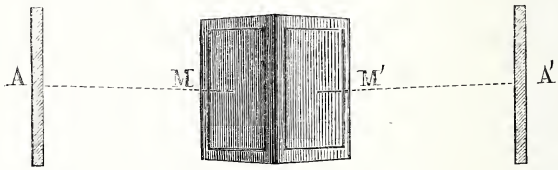


Fig. 2.

parallèle aux cloisons AD, A′C, et perpendiculaire au plan de l'écran et suivant une ligne qui partage en deux parties égales la distance L R.

Appliquons l'œil gauche en L, l'œil droit en R, et



Fig, 3.

plaçons sur la cloison gauche AD, l'image A d'un objet vu de l'œil gauche, et sur la cloison A′ C l'image A′ d'un

objet vu de l'œil droit (*fig.* 3) : les deux images se reflétant dans chaque miroir seront réfléchies vers les ouvertures L et R ; l'impression simultanée sera celle de l'objet lui-même placé en A″, au-delà des miroirs et vu par les deux yeux appliqués en L et R.

Si nous supposons que A et A′ sont des points symétriques des deux images, nous aurons la relation géométrique suivante :

$$A'M' + M'R = AM + ML = A''R = A''L.$$

M. l'abbé Moigno, a fait observer à très-juste titre dans une brochure remarquable sur ce sujet, que la ré-

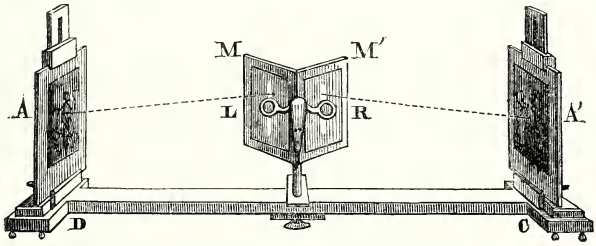


Fig. 4.

flexion produite par les miroirs renverse la position des images, et que pour obtenir l'effet du relief il est nécessaire de placer à droite A′ l'image de A″ vue de l'œil gauche et à gauche l'image de A″ vue de l'œil droit. Pour rendre encore plus saisissant l'effet de ce stéréoscope, et grossir l'image, on peut monter sur les ouvertures L et R des lentilles convexes (*fig.* 4), ou de petites lunettes qu'on réglera suivant le besoin des

yeux de l'observateur, et qui sont écartés de la distance moyenne des deux yeux.

Il est bon de plus que le porte-miroir soit mobile d'avant en arrière pour faciliter la mise au point, car le montage des épreuves peut être plus ou moins régulier.

Les épreuves sont elles-mêmes mobiles suivant deux coulisses horizontales.

§ 2.

Stéréoscope lenticulaire de sir D. Brewster. — Sa construction. — Construction des prismes lentilles. — Manière de s'en servir. — Pour les myopes. — Pour les presbytes. — Modifications apportées par les Anglais et Brewster dans la construction de leur stéréoscope lenticulaire.

Le stéréoscope lenticulaire se compose d'une boîte en substance opaque, bois, carton, métal etc. (*fig.* 5 et 6),

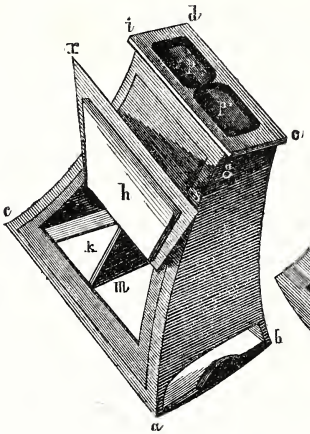


Fig. 5.

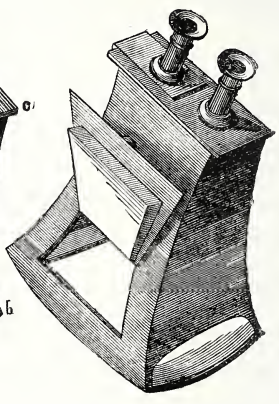


Fig. 6.

ayant 10 centimètres environ de *a* en *e*, 13 centimètres environ de hauteur de *b* en *c*, et portant sur sa partie supérieure, *d c g i*, deux demi-lentilles *p p'* formant prismes, et enchassées bord à bord par le côté tranchant.

Cette disposition est un perfectionnement de la forme primitive (*fig.* 6) dans laquelle les prismes arrondis sont montés dans des bonnettes. Nous verrons plus loin pourquoi on a adopté la dernière et plus simple construction.

Sur le devant *a e i g* de la boîte (*fig.* 5 et 6), on ménage une porte *r s* à charnière, et garnie sur la surface *h* d'une feuille de métal poli, ou d'un miroir plan servant à refléter la lumière sur les images introduites par la fente *a b*. En K se trouve une ouverture par laquelle le jour est transmis aux épreuves transparentes sur verre ou sur papier; alors on ferme la porte *r s*. Une cloison *m* isole chaque épreuve et empêche les rayons trop réfractés de troubler la vision de chaque image. Les surfaces intérieures de la boîte et la cloison des deux côtés sont noircies. On a soin en outre de ménager en *d c* une charnière qui permet d'ouvrir la planchette *d i g c* portant les prismes, et de nettoyer la surface inférieure de ceux-ci.

La construction des prismes lentilles est de la plus grande simplicité. Prenons une lentille biconvexe de 20 centimètres de foyer environ, L (*fig.* 7 et 8). coupons par un trait A B, cette lentille en 2 parties aux-

quelles nous donnons la forme P et P′. Nous avons dans la (*fig.* 8) une coupe de la lentille L qui subit cette opération. Retournons maintenant les deux mor-

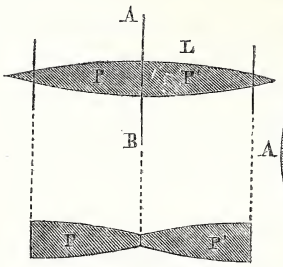


Fig. 8 et 9.

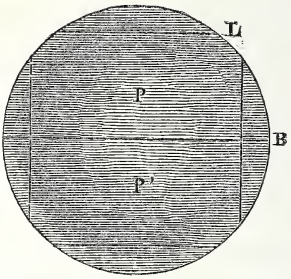


Fig. 7.

ceaux P et P′ comme (*fig.* 9), et nous avons construit la partie optique de notre appareil.

La lentille L a 10 centimètres de diamètre environ, afin que chaque prisme P P′ ait, taillé, encore 4 centimètres au moins.

Comme il faut que chaque œil voie l'image par une partie équidistante du bord de la lentille pour que la superposition soit facile et complète, il est nécessaire que la somme des grandeurs des deux prismes soit supérieure au plus grand écartement des yeux humains.

Or, cet écartement qui est en moyenne de 65 millimètres, ne dépasse pas 75 millimètres. En en donnant 80 aux prismes réunis, on peut satisfaire toutes les vues. On satisfait en même temps à la condition des vues presbytes et myopes, comme nous le verrons plus loin.

Maintenant, il est clair que pour voir sans effort ou tension de l'œil, c'est-à-dire sans fatigue, l'effet stéréoscopique produit par la superposition des deux images, il faut que la distance des points semblables de chaque image soit égale au double de la séparation produite par le prisme. Pour arriver à ce résultat, nous mesurerons la distance de vue distincte des demi-lentilles, nous déterminerons, en regardant d'un seul œil, la quantité de réfraction ou l'amplitude du déplacement produit à cette distance ; nous espacerons les images du double de cette quantité pour chacun de leurs points semblables, et les deux dessins coïncideront parfaitement et sans effort, donnant un relief naturel et parfait.

Il est bon de remarquer qu'une rigueur mathématique n'est pas tout-à-fait nécessaire dans cette détermination ; l'élasticité de notre organe de vision tend à corriger les erreurs, et sitôt qu'il y a tendance à coïncidence, l'œil amène sans effort les deux dessins similaires à se superposer. Cette faculté heureuse de notre œil, faculté qui vient de l'habitude constante d'une opération analogue, se produit dès que l'image refractée quitte légèrement l'image réelle, et bien que la convergence soit obtenue par un strabisme momentané et à un point plus proche de l'œil que les dessins, l'observateur sent à peine la contraction musculaire qu'il a dû produire.

Les personnes à vue très-courte, ont, en général, une tendance naturelle à faire trop tôt converger les deux images et la vision stéréoscopique distincte en souffrait; la cloison *m* (*fig.* 8) obvie à une partie de cet inconvénient en isolant chaque image.

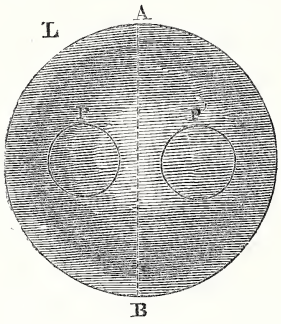


Fig. 10.

On peut, en outre, construire pour ces cas particuliers, des stéréoscopes à quart de lentilles (*fig.* 10), ou à demi-lentilles concaves. Les personnes à vue si courte feront mieux encore de se servir, pour regarder dans le stéréoscope, des lunettes habituelles qui, dans l'usage, leur servent à ramener la vue distincte à la distance ordinaire de tout le monde. Mêmes observations, quoique en sens inverse, pour les presbytes.

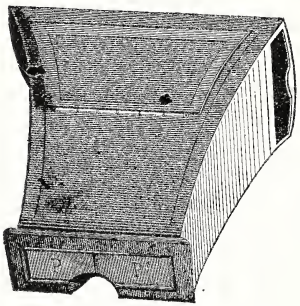


Fig. 11.

Les Anglais et sir D. Brewster indiquaient dans la construction de leur stéréoscope lenticulaire une modification très-utile que l'on a eu le tort d'abandonner en France. C'est une cavité entre P et P′ (*fig.* 11), destinée à contenir le nez de l'observateur, et à permettre de rapprocher les verres assez de l'œil pour acquérir une vision très-distincte tout en conservant un

plan perpendiculaire au rayon du centre de l'œil à l'objet. Avec la construction vicieuse des stéréoscopes ordinaires, on est obligé de regarder comme un observateur qui placerait ses lunettes au bout de son nez, ou, sinon, la face des prismes lentille est nécessairement très-oblique au rayon central de l'œil.

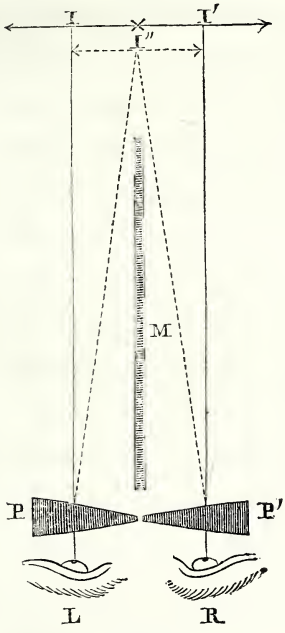


Fig. 12.

Prenons l'appareil dans sa plus grande simplicité (*fig.* 12).

Les deux yeux de l'observateur étant L R, les deux prismes lenticulaires P P', et les deux images I et I', la cloison M séparant les deux réfractions, on aperçoit le relief stéréoscopique en une troisième image virtuelle I'' un peu plus rapprochée des prismes P P', parce qu'une ligne de longueur donnée étant brisée, devient plus courte en somme, que la même ligne droite, et cette image virtuelle est placée sur la ligne médiane de leur distance.

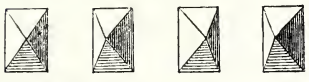


Fig. 13.

Si l'on a (*fig.* 13) trois images distinctes du même corps, telles que I I' I'', en les rendant indépendantes l'une

de l'autre, et les plaçant deux à deux dans le stéréoscope, on obtient des effets très-curieux de relief et de creux alternatifs et renversés.

Si nous plaçons dans le stéréoscope les deux images (*fig.* 14) de la pyramide I'' I''' vues de l'œil gauche et de l'œil droit, nous aurons la sensation invincible de la pyramide en relief et droite au centre de l'appareil. Si nous retournons l'image comme I' avec I'', nous verrons en creux la représentation de la pyramide droite et la pointe éloignée de l'œil. Si enfin nous mettons simultanément dans l'instrument les trois images I' I'' et I''', nous aurons en même temps la pyramide en creux et en relief, chaque figure se combinant deux à deux avec la troisième pour former une image virtuelle stéréoscopique. Il faut, dans ce cas, enlever la cloison mobile du stéréoscope.

Nous empruntons au docteur Brewster une remarque physiologique très-intéressante qu'il tire de cette expérience :

« Cette méthode de présenter en même temps le so-
« lide en relief et en creux, nous permet de donner
« une preuve oculaire et expérimentale qui serve à
« expliquer la grande dimension apparente de la lune
« à l'horizon, sa petite dimension quand elle est à une
« hauteur considérable dans le méridien, et sa dimen-
« sion moyenne à une hauteur intermédiaire. Comme
« le sommet du cône en relief paraît plus près de

« l'œil de l'observateur, le sommet du cône creux « plus éloigné, et le dessin plat de chaque côté à « une distance intermédiaire, ces distances représen- « teront celle apparente de la lune au zénith de la « voûte céleste, à l'horizon, et à une altitude de 45°. « Les sommets circulaires (sir D. Brewster se sert, « pour sa démonstration, de dessins de cônes tron- « qués par un plan parallèle à la base, la section su- « périeure est donc un cercle) que l'on voit ainsi, « ont, en réalité, exactement la même dimension; « ils sont, par conséquent, précisément dans les « mêmes circonstances que la lune dans les trois po- « sitions déjà mentionnées. Si maintenant nous les con- « sidérons dans le stéréoscope, nous verrons que le « sommet circulaire du cône creux est le plus grand « comme la lune horizontale, parce qu'il paraît à la « plus grande distance de l'œil; le sommet circulaire « du cône en relief est le plus petit, parce qu'il paraît « à la moindre distance comme la lune au zénith, et « le sommet circulaire des cônes à chacune des gran- « deurs intermédiaires comme la lune à une altitude « de 45°, parce que leur distance à l'œil est interme- « diaire. »

« Au moyen du modèle ci-joint (les cônes qu'il a choi- « sis), on verra clairement cet effet en plaçant trois pe- « tits pains à cacheter de la même grandeur et de la « même couleur sur les sommets. Vus au stéréoscope,

« il ne se produit aucun changement dans la grandeur « apparente de ces cercles en en faisant même un ou « plusieurs moins larges que les autres; et, par là, « nous voyons l'inexactitude de l'explication de la gran- « deur horizontale de la lune comme la donne le doc- « teur Berkeley (Londres, 1837). »

Quand l'observateur ne voit point l'objet en relief, par la cause sus-indiquée, et ne voit que les deux dessins, s'il y en a deux, ou les trois dessins, s'il y en a trois, le plan des dessins paraît profondément creux. Or, c'est un fait très-remarquable que si nous regardons avec des lentilles excentriques un tableau plat, d'en haut, il paraît profondément creux, et si nous le touchons avec la paume de la main, nous le sentons encore creux tant que nous le regardons de la même manière, mais la sensation de creux disparaît en fermant les yeux. C'est ce qui prouve que le sens de la vue, au lieu d'être le disciple du sens du toucher, est, dans ce cas comme dans d'autres, son maître et son guide.

Tandis que les demi-lentilles doublent ainsi les dessins et nous permettent de réunir et superposer deux images, elles les agrandissent en même temps, ce qui peut, pour des images très-réduites de vues étendues de la nature, produire de précieux effets. Il est utile de se souvenir, à ce sujet, que le pouvoir grossissant d'une lentille donnée, est le même par quelques points que ce soit de sa surface que l'on regarde, mais qu'il n'en est

pas de même de son pouvoir réfractant. L'angle prismatique varie avec la distance au bord, du point où l'on regarde. Dans la demi-lentille L (*fig.* 14), l'angle prismatique, ou pouvoir réfracteur, est à son maximum au bord P; il est plus petit en P′, et encore moindre en P″, de sorte que si nous avions deux images de très-peu d'étendue, nous pourrions avec P″, les tenir superposées, et, si elles étaient plus grandes, il faudrait pour cela P′ ou P. Il ressort de cela, que, sans changer la courbe d'une lentille, ou sa longueur locale, on peut, en employant une lentille plus épaisse, augmenter l'angle prismatique du bord, et l'obtenir toujours assez grand pour faire superposer deux images, de quelque dimension qu'elles soient.

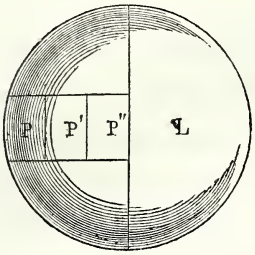


Fig. 14.

§ 3.

Le stéréoscope réfracteur à réflection totale (sir D. Brewster). — Sa construction. — Des effets obtenus. — Applications faites par M. Dubosc. — Stéréoscope panoramique.

Cette forme de stéréoscope (*fig.* 15) est très-intéressante et l'on doit s'étonner qu'elle ne soit pas devenue plus populaire ; elle n'exige qu'un seul dessin P. des objets tels qu'on les voit d'un œil, le second dessin P′

est virtuel et formé par la réflexion totale du premier sur la base A B du prisme ou du tronçon de prisme interposé entre l'œil et l'image.

La base A B du prisme A B C D doit être assez grande pour que l'œil, placé en R, puisse embrasser la totalité du dessin réfléchi. Sa construction même économique, n'offre aucune difficulté.

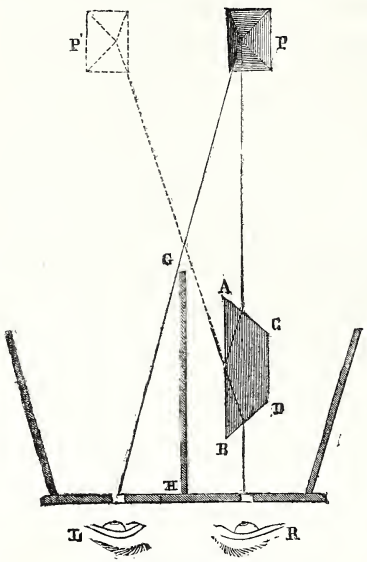


Fig. 15.

On peut prendre un fragment de glace épaisse, et pourvu que les deux angles C A B et A B D soient sensiblement égaux, mais d'une grandeur quelconque, on aura une réflexion suffisante pour l'image stéréoscopique.

Il est bon de mettre en G H un diaphragme noirci qui intercepte les rayons étrangers au trajet direct. On doit remarquer que la ligne brisée P′ R étant > que la ligne droite P L, l'image virtuelle P′ sera un peu plus petite que l'image réelle P. Cette différence est assez faible pour être négligée dans la pratique et même elle ne nuit pas au relief; on pourrait au reste la corriger

en montant en R une petite lentille grossissante dans la proportion de la diminution de grandeur constatée.

L'image P′ dans la figure 15 est supposée celle que l'on verrait de l'œil droit R.

Si l'on voulait construire avec ce système un stéréoscope microscopique, ou grossissant, rien ne serait plus facile que de monter aux ouvertures L et R des lentilles de foyers différents suivant les différences des rayons directs et réfléchis, et en outre douées de pouvoirs grossissants. On pourrait encore d'après l'inventeur sir D. Brewster, se servir (*fig.* 16) d'une section de lentille A B C fortement convexe comme prisme réflecteur, en ayant soin d'interposer l'autre moitié entre l'œil gauche L et le dessin P. En appliquant l'œil au centre de la lentille dont le bord sert pour le prisme, on corrigerait suffisamment la différence si minime des grandeurs des images et des rayons vecteurs.

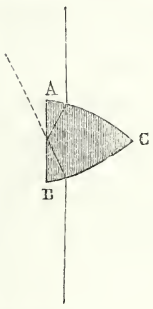


Fig. 16.

M. Dubosc a appliqué ce système pour la superposition des grandes images. Il a placé en C et D (*fig.* 17) deux prismes isoscèles rectangulaires dont les hypoténuses sont en regard l'une de l'autre. La réfraction amène les dessins PP′ à se réfléter complétement sur les surfaces C et D, les rayons convergents des prismes sont reçus par les lentilles A B amplifiantes, et les

yeux L R perçoivent la sensation du relief des deux images se superposant en P''. Sans lentilles supplémentaires, l'image P'' serait un peu plus petite que l'original ; au moyen des lentilles A B, on lui donne la grandeur que l'on veut.

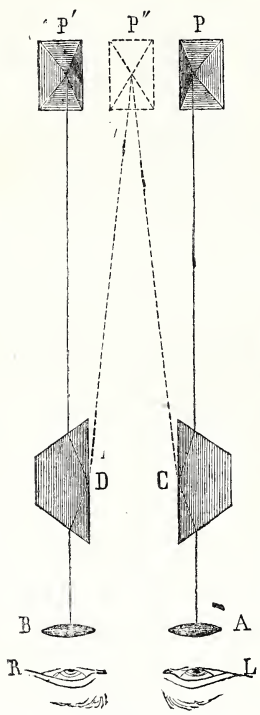


Fig. 17.

Le même opticien a trouvé dans cette combinaison un ingénieux moyen de construire un stéréoscope panoramique (*fig.* 18). La grande difficulté tenait à la nature de ces images qui à cause de leur développement ne peuvent pas se mettre dans leur sens naturel, l'une à côté de l'autre ; voici comment il l'a tournée.

Il introduit les images panoramiques en long dans une boîte analogue à celle du stéréoscope réfringent ordinaire (*fig.* 5). La coulisse *a b*, seule est changée, elle règne en *a c*, de manière que les deux images passent côte à côte et par le côté étroit dans cette dimension de la boîte. Mais placées ainsi par rapport aux deux yeux les épreuves sont renversées de 90° ; pour les redresser parallèlement à la ligne qui joint les yeux, l'inventeur remplace les demi-lentilles refringentes ordinaires par deux prismes

rectangulaires à réflexion totale (*fig.* 18), mais dont les hypoténuses sont inclinées de 45° à l'horizon en sup-

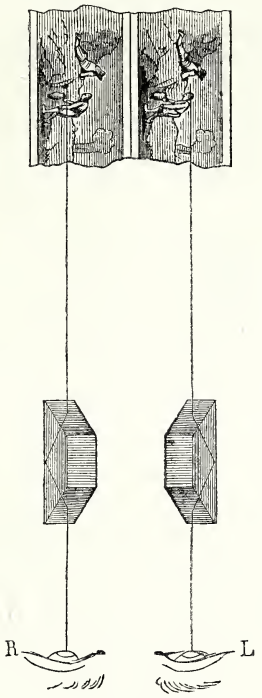


Fig. 18.

posant les images horizontales. Cette inclinaison redresse les images de 90°, et leur permet d'être vues par les yeux en L et R stéréoscopiquement; le problème est donc très-élégamment résolu.

§ 4.

Le stéréoscope à prismes simple et double (sir D. Brewster). — Sa construction. — Des effets obtenus.

Si nous juxtaposons deux images obtenues pour être vues stéréoscopiquement P et P′ (*fig*, 19) et que les regardant des deux yeux L et R, nous interposions d'abord un diaphragme qui oblige chaque œil à ne voir que son image; puis devant l'un des deux yeux L, un prisme A B qui réfractant l'image P la superpose en P′, l'effet du relief se produira immédiatement.

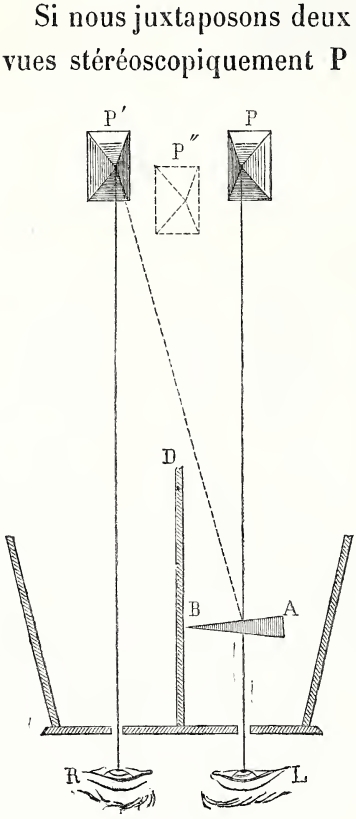


Fig. 19.

Il faut que le prisme A B ait le moindre angle réfringent possible, et le choisir en verre d'un faible pouvoir de dispersion, parce que les franges trop colorées qui se produiraient autour de l'image nuiraient à l'effet stéréoscopique et à la vision nette et distincte; de plus, il est nécessaire de rapprocher autant que pos-

sible les deux images en P P′, afin de n'avoir pour l'effet utile que le moins de réfraction possible à obtenir. La construction de cet instrument est des plus faciles et à la portée des moins adroits. Un morceau de glace qui est usé en prisme mince sur une de ses faces larges, et de la grandeur de la pupille de l'œil, suffit pour les images stéréoscopiques ordinaires. On peut encore construire un prisme très-simple en collant, au moyen de mastic, sur leurs bords, deux petits morceaux carrés de 2 centimètres de côté, de verre blanc, mince, ordinaire. On remplit d'eau l'angle intérieur, on fait varier l'inclinaison des surfaces jusqu'à ce qu'on ait l'angle voulu, on monte le tout sur une boîte à stéréoscope, et l'instrument est construit.

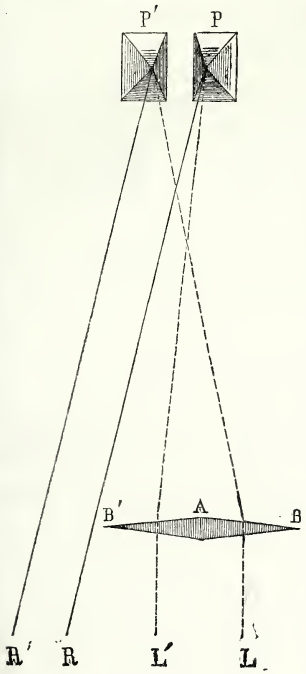


Fig. 20.

En accolant par leurs bases (*fig.* 20) deux prismes semblables A B et A B′ et les plaçant en face de l'une des figures P stéréoscopiques, si l'on regarde de l'œil gauche L, dans le prisme A B de façon à superposer l'image P′ sur P telle qu'on la voit de l'œil droit R, on percevra la sensation d'une pyramide creuse; si au

contraire en regardant par l'œil gauche L′ on traverse le prisme A B′, on superpose P sur P″, tel qu'on le voit de l'œil droit en R′, on verra une pyramide en relief. C'est-à-dire à volonté, effet pseudoscopique et effet stéréoscopique.

§ 5.

Du stéréoscope à miroirs ou réfléchissant, de sir D. Brewster. — Sa construction. — Des effets qu'il produit.

Prenons (*fig.* 21), une petite glace noire, ou un morceau de verre dont la surface postérieure sera par nous recouverte de vernis noir opaque. Cette glace, interposée obliquement entre la fig. P″ et l'œil gauche L, lui renvoie renversée une image de cette figure, semblable à P′. L'œil R voyant directement P″, le cerveau reçoit immédiatement par les yeux l'impression des images stéréoscopiques et le relief apparaît. Il faut, de même que

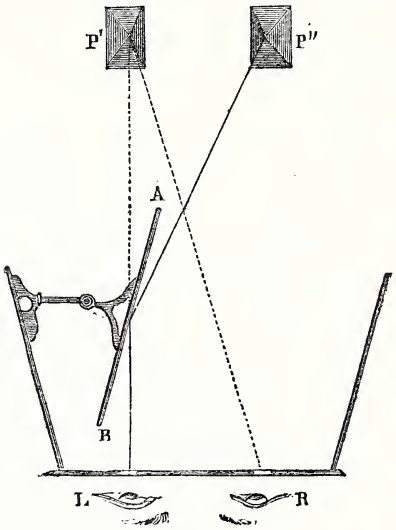


Fig. 21.

dans le stéréoscope réfractant (*fig.* 15), remarquer que le trajet P'' L du rayon réfléchi est < P'' R, et par conséquent l'image plus petite, mais la différence est trop minime pour affecter l'effet stéréoscopique.

On peut encore (*fig.* 22), ajouter un second miroir

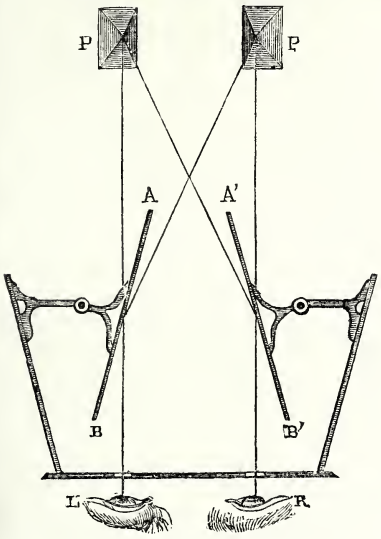


Fig. 22.

réfléchissant pour le rayon P R de l'œil droit, alors ils feront deux images dissemblables, et on obtient à volonté la sensation d'une pyramide en relief ou d'une pyramide creuse, suivant que l'on fait superposer les images réfléchies avec l'une ou l'autre des images vues directement par les yeux, c'est-à-dire le stéréoscope ou le pseudoscope.

En plaçant (*fig.* 23) les miroirs dos à dos, et à une distance moindre que celle des deux yeux comme écartement, et transposant les deux images P P', on obtient de cette combinaison les effets directement inverses du système précédent (*fig.* 22).

L'un et l'autre de ces appareils réfléchissant peut

être contenu dans une boîte oblongue analogue au stéréoscope réfringent (*fig.* 5) ; il faut seulement qu'elle

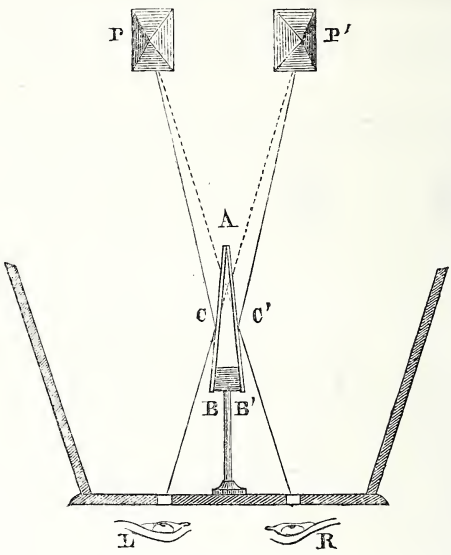


Fig. 23.

soit plus longue, afin que le croisement des rayons directs et réfléchis puisse s'effectuer sans une trop grande fatigue des yeux.

§ 6.

Transformation d'un objet en relief et d'un objet en creux.

Nous empruntons de même à sir D. Brewster la description de l'expérience suivante qui présente un phénomène très-curieux et très-intéressant.

« Si nous prenons le dessin d'une pyramide à six « pans vue par l'œil droit (*fig.* 24). et que nous placions « ce dessin dans le stéréoscope à réflexion totale (*fig.* 15), « en sorte que la ligne M N, fictive, soit parallèle à la « ligne qui joint les « deux yeux de l'ob- « servateur, nous « verrons une par- « faite pyramide en « relief d'une hau- « teur donnée; l'i- « mage réfléchie de « C D étant combinée avec A F vu directement. Si « maintenant nous faisons tourner la figure de 30°, C « D arrivera à la position A B et s'unira à A B, et nous « verrons encore une pyramide en relief avec moins de « hauteur et de symétrie.

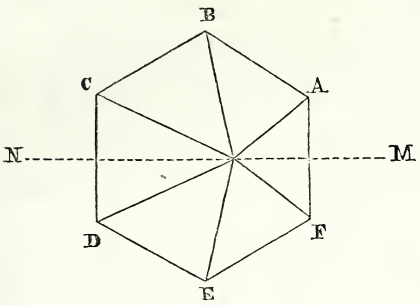


Fig. 24.

« Si nous faisons encore tourner de 30°, C D sera « combiné à B C, et nous verrons une pyramide en re- « lief avec encore moins de relief et de symétrie.

« Quand on fera tourner la figure encore de 30°, ou « à 90° de sa première position, C D coïncidera avec « C D vu directement, et les figures combinées seront « parfaitement plates.

« Si nous poursuivons la rotation de 30 autres de- « grés, C D coïncidera avec D E, et on verra une pyra- « mide légèrement creuse, mais pas trop symétrique;

« une nouvelle rotation de 30° fera coïncider C D sur « E F, et nous verrons une pyramide encore plus creuse « et encore plus symétrique.

« Une nouvelle rotation de 30°, soit 180° à partir du « commencement, amènera C D en coïncidence avec « A F, et nous aurons une pyramide creuse parfaite- « ment symétrique, d'une profondeur encore plus « grande, et l'exacte contre-partie de la pyramide en « relief qui se voyait avant que la rotation de la figure « ait commencé.

« Si la pyramide avait été carrée, le changement au- « rait été effectué par des rotations de 45°. Si elle avait « été rectangulaire, le changement eût été opéré par « des rotations de 90°. »

§ 7.

Stéréoscope panoramique de M. Dubosc. — Sa construction. — Application de cet appareil au Phénakisticope. — Effets produits par le stéréoscope panoramique.

Sous le n° 3 des divisions de cette partie deuxième, nous avons montré une des ingénieuses dispositions adoptées pour favoriser le relief des images stéréoscopiques panoramiques. Nous empruntons à M. l'abbé Moigno une description des autres appareils inventés encore par M. Dubosc pour le même objet.

Dans ce stéréoscope (*fig.* 25), A A′ sont deux images

panoramiques stéréoscopiques placées l'une au-dessus de l'autre; elles tournent le dos à l'observateur et glissent horizontalement dans un écran E, qu'il tient à la main.

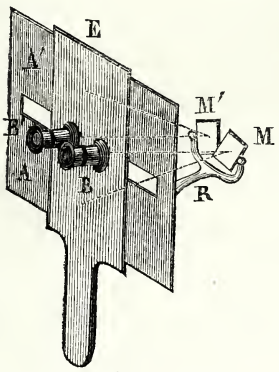


Fig. 25.

B B′ sont deux bonnettes disposées horizontalement sur l'écran, et à l'aide desquelles la vision s'opère par l'espace libre qu'on remarque entre les deux images.

Enfin M M′ sont deux miroirs à surface plane, supportés à une certaine distance de l'écran F par un bras R qui les soutient et inclinés en sens inverse, de manière à recevoir la réflexion, l'un, de l'image supérieure, l'autre, de l'image inférieure. Ces miroirs sont mobiles sur leur axe de suspension de telle sorte qu'on règle à volonté leurs inclinaisons respectives pour que la réflexion se produise dans le plan des deux yeux. Les rayons qui partent des images, réfléchis par les miroirs, reviennent dans les bonnettes et produisent sur le spectateur la sensation du relief. Il est bien évident que les bonnettes sont vides et ne contiennent pas de prismes; elles dirigent le regard : voilà tout.

C'est cet appareil dont l'application a été faite en jouet bien connu sous le nom de *phénakisticope*. Les sujets qu'on doit voir en mouvement sont représentés l'un au-dessus de l'autre, dans leurs positions successives

sur la surface intérieure d'un cylindre vertical en carton, lequel est percé de trous disposés à la hauteur de l'axe des bonnettes sur une même circonférence; et c'est à l'intérieur du cylindre et en face des bonnettes fixées en dehors que sont placés les deux miroirs.

Ainsi se trouvent réunis en un seul, deux appareils fondés sur la vision, dont l'un donne la perception du mouvement, et l'autre celle du relief.

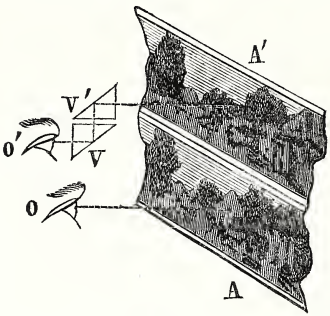


Fig. 26.

Enfin un troisième appareil panoramique est représenté (*fig.* 26).

Les images A A′ sont ici tournées en face de l'observateur. L'œil droit O regarde librement l'image inférieure A sans interposition d'aucun prisme ni d'aucune lentille. Devant l'œil gauche O′ sont placés deux prismes à réflexion totale disposés l'un au-dessus de l'autre. Le prisme inférieur V est fixe, et le supérieur est monté en V′ sur une charnière.

L'œil gauche O′ ne voit donc pas directement l'image A′, mais elle lui est amenée par la réflexion sur le prisme inférieur, du prisme supérieur dans lequel elle se réfléchit. Pour cela, on fait tourner le prisme mobile jusqu'à ce que le phénomène se produise, c'est-à-dire

qu'on amène l'image A′ sur le plan de celle A vue de l'œil droit, immédiatement la sensation du relief se produit.

§ 8.

Stéréoscope pour toutes vues à lentilles et prismes séparés (M. Dubosc). — Sa construction. — Ses effets.

Les effets stéréoscopiques, avons-nous dit déjà, peuvent être produits sans appareil, en regardant deux épreuves dissemblables, et au moyen d'un strabisme convergent, les faisant coïncider. L'instrument stéréoscopique a pour but d'éviter le déplacement des yeux en déviant les pinceaux lumineux qui émanent des divers points des images : or, cette déviation doit être précisément celle qu'auraient les rayons visuels embrassant les objets dans l'espace, à leur distance réelle. Cette distance de la vue distincte varie pour ainsi dire avec chaque organisation, et il est évident, en tenant compte de ce fait, qu'un stéréoscope réglé pour un myope, ne l'est pas pour un presbyte, et réciproquement. Quand l'effet stéréoscopique est adapté aux habitudes d'une vue moyenne, les autres vues un peu différentes s'en accommodent par une légère déviation des axes optiques (strabisme en dedans), qui se fait, dans ses limites étroites, instinctivement comme dans la vision ordinaire. Cependant, pour peu que cette accommodation se prolonge, elle nous procure la même fatigue

que nous éprouvons quand nous sommes longtemps obligés de regarder attentivement un objet trop près des yeux, c'est-à-dire en deçà des limites de la vision distincte. De cet effet, fatigue même pour les personnes qui ont les yeux facilement convergents, difficulté et même impossibilité pour celles dont le peu de mobilité de l'organe visuel ne se prête pas au strabisme. Je

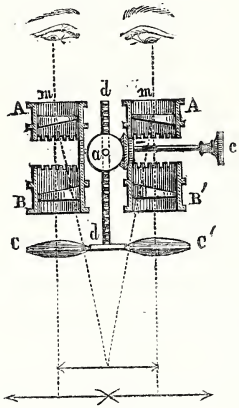


Fig. 27.

néglige encore ici la classe nombreuse des personnes dont les yeux ont un pouvoir différent, accident plus fréquent qu'on ne pense.

Pour remédier à tous ces inconvénients, M. Dubosc a séparé la partie réfractante de la partie convergente du stéréoscope lenticulaire (*fig.* 27). Dans cet appareil, la variation des rayons est produite par des prismes fixes A A', le grossissement par des lentilles C C' (*fig.* 27), que l'on peut avancer ou reculer à volonté. On arrive ainsi à rendre l'effet stéréoscopique saisissant pour quelque vue que ce soit.

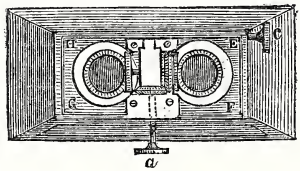


Fig. 28.

La fig. 27 représente les engrenages imaginés pour atteindre le but de ces mouvements indépendants; ils sont indiqués en projection horizontale (*fig.* 28), et en

section verticale partielle dans la fig. 27. D'une part, à l'aide du bouton *c*, qui commande un pignon ou une crémaillère *d*, fixé aux lentilles, on peut avancer et reculer celles-ci et faire varier le foyer. D'autre part, au moyen du bouton *a* (*fig.* 28), qui commande un pignon conique placé sur sa tige, et de la disposition des bonnettes *mm* (*fig.* 27), dont les circonférences dentées engrènent avec deux petites roues montées sur un même axe, et commandées à leur tour par le pignon du bouton *a*, on peut faire varier à volonté l'angle de réfraction des prismes. Une division placée sur les têtes des bonnettes permet de reconnaître l'angle des prismes, et par suite la force exigée pour la vue en expérience.

On modifie l'angle réfringent au moyen d'une seconde paire B B' de prismes, qui sont rendus variables par un moyen analogue à celui employé par Rochon dans son diasporamètre. Par un bouton, on fait changer progressivement l'angle réfringent du système de prismes jusqu'à ce qu'il convienne parfaitement à la vue de l'observateur. On peut, grâce à cette disposition, adapter le stéréoscope aux cas de strabisme convergent et divergent, tout aussi bien qu'aux cas de myopie et de presbytie. Ces deux derniers se corrigent au reste facilement en regardant dans le stéréoscope avec les lunettes dont on se sert habituellement ou accidentellement (myopes) pour regarder un paysage éloigné.

§ 9.

Réunion des grandes images stéréoscopiques. — Stéréoscopes de MM. Elliot et Waterston. — Objection sur l'instrument de M. Wheatstone. — Construction du stéréoscope de MM. Elliot et Waterston. — Manière de l'employer. — De l'effet qu'il produit. — Introduction des lorgnettes. — Leur construction. — De leurs ajustements. — Ordre dans lequel il faut les faire.

L'instrument primitif à réflexion de M. Wheatstone peut servir à réunir de grandes comme de petites images binoculaires, mais il peut donner lieu à plusieurs objections :

1° D'après sa méthode les images doivent se faire face l'une à l'autre ; et quand elles sont grandes elles doivent être placées à une grande distance l'une de l'autre, de telle sorte qu'on ne peut les attacher facilement à l'instrument. On est donc obligé, ou de construire des supports pour chacune d'elles, ou de les appendre à deux murs opposés de la même salle, au risque que l'intervalle qui les sépare ne soit pas convenable, qu'ils soient inégalement éclairés, ou sujets à d'autres inconvénients.

2° On a souvent peine à les placer dans un parallélisme exact.

3° Si l'instrument n'est pas placé précisément à égale distance des deux images, l'une paraîtra plus grande que l'autre, et elles ne se superposeront pas bien.

4° Il y a une perte considérable de lumière dans la réflexion.

5° Une double image est formée par les deux côtés du verre ; l'angle oblique auquel les miroirs sont placés, rendent la séparation du mirage double plus visible.

Or, supposons que nous ayons à réunir des épreuves de 0, 30 à 0, 40 centimètres de long sur 0, 25 de large, on peut en les juxtaposant verticalement devant soi les réunir sans instruments en louchant d'une manière convenable. Mais ce résultat n'est pas à la portée de toutes les organisations, et beaucoup de personnes ne

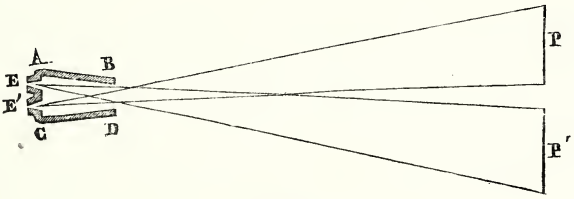


Fig. 29.

peuvent y parvenir. Il était donc utile de créer un instrument qui suppléât en ce cas à l'habitude de ce tour de force, et au moyen duquel la superposition des images eût lieu sans fatigue.

Cet instrument dans sa forme la plus simple consiste en une bordure de bois semblable à une boîte ouverte à une extrémité ; les deux côtés (représentés par A B et C D dans la figure 29), sont liés ensemble par des pentures, à A et à C, tandis que l'extrémité fermée A, C, a deux ouvertures E E', ayant entre elles la distance d'un œil à l'autre. Ces ouvertures étaient d'abord des cônes creux, tronqués, avec une petite ouverture à l'extré-

mité la plus étroite (comme dans la figure), et fixés aux coulisses par le moyen desquelles ils pouvaient être ajustés suivant l'intervalle des yeux. Le but, en ayant ces ouvertures si petites, était d'empêcher chaque œil de juger de la distance, par le moyen de son propre ajustement focal, pouvoir que l'œil possède, comme chacun le sait.

Les côtés AB, CD, sont ramenés en dedans de la boîte, juste au point nécessaire pour que le côté droit cache entièrement l'image droite P′ à l'œil droit, et que le côté gauche cache entièrement l'image gauche P à l'œil gauche, bien qu'ils soient faits d'une longueur telle qu'ils laissent voir entièrement chaque image à l'œil qui lui est opposé (c'est-à-dire l'image gauche à l'œil droit et l'image droite à l'œil gauche), mais pas plus. Les extrémités B et D des côtés sont alors à deux pouces environ l'un de l'autre, pour des images de la grandeur susmentionnée.

En même temps la hauteur de l'ouverture est diminuée par un morceau de carton, ou par deux bandes de bois glissant verticalement, de manière à ne rien laisser voir de plus que la largeur des images. On attache alors quelque petit objet à la marge de l'ouverture, vers laquelle les deux yeux sont dirigés et les deux images sont vues avec le relief stéréoscopique ressortant dans l'air, entre les images et l'œil, comme un paysage en miniature.

L'effet est excessivement remarquable, mais on ne réussit pas toujours à le voir du premier coup. Quand on se sert des yeux seulement pour la réunion des images, trois images paraissent, c'est celle du milieu, dans laquelle les deux autres sont cofondues, qui donne l'effet stéréoscopique. Le but de l'instrument, formé ainsi que je viens de le dire, est de cacher les deux images extérieures, ou plutôt de ne pas les laisser se former.

Puisque l'image gauche est cachée par l'instrument à l'œil gauche, chaque œil voit seulement l'image du côté qui lui est opposé; les axes de visions se croisent évidemment l'un l'autre, et les différents points du paysage apparaissent où les rayons visuels des mêmes points sur les deux images s'entrecoupent, et conséquemment entre les épreuves et les yeux.

En réunissant les images de cette manière, un curieux phénomène physiologique se présente : quand les images s'unissent d'abord, l'œil est *passablement* satisfait du résultat, mais pas tout à fait cependant, et les deux images conservent une grande disposition à se séparer. Mais après une seconde ou deux, l'œil sent un changement particulier, le paysage acquiert une clarté soudaine, et les deux images paraissent ensuite *fixées* ensemble, et n'ayant aucune tendance à se séparer. La cause, je le crois, est celle-ci :

A la première réunion, chaque œil adapte spontanément son ajustement focal, comme il a toujours été ac-

coutumé de le faire dans toutes les circonstances naturelles, à la distance à laquelle les directions des axes se coupent.

Il est évident qu'en cet état, l'union des deux images peut être effectuée, mais elle sera accompagnée d'obscurité pour tout objet, situé à une distance différente de celle à laquelle l'œil à ajusté son foyer, et sera vue d'une manière confuse. L'œil mal à l'aise par ce défaut qu'il ressent, cherche et trouve bientôt la meilleure position à prendre, à savoir : avec les axes des yeux convergents vers une distance, et l'ajustement focal adapté à une autre, combinaison qui n'a jamais lieu dans les circonstances naturelles.

Le paysage formé de cette manière donnant les plus petits détails, M. Waterston demanda s'il ne pouvait être amplifié, je proposai aussitôt l'introduction de petites lorgnettes; du reste, j'avais fait faire en prévision les coulisses avec de grandes ouvertures, afin de permettre l'introduction de quelque puissance amplifiante, que je vis bientôt ne pouvoir être que téléscopique, de la distance à laquelle il fallait voir les images. Nous décidâmes cependant de construire l'instrument sans la boîte, comme un appendice inutile, quand on se servait des lorgnettes, et maintenant il ressemble beaucoup à une jumelle d'opéra, avec les deux lorgnettes convergeant extérieurement, de telle sorte que les directions de la vue se puissent croiser.

L'instrument (*fig.* 30) est fait avec deux ajusteurs séparés, l'un pour accommoder les positions des lorgnettes à la distance qui sépare les yeux A B, l'autre pour donner le degré de convergence voulu C D. Le premier point est atteint en plaçant les deux lorgnettes sur les extrémités d'un support A B formé en V, placé verticalement, ses deux branches ouvrant et fermant sur une charnière O; et le second point, en faisant tourner chaque lorgnette sur un axe vertical, C D, qui doit être immédiatement au-dessous du trou percé pour le verre oculaire, afin qu'un ajusteur ne vienne pas troubler l'autre. Quand l'instrument est placé sur un support, deux autres ajusteurs sont nécessaires : l'un pour amener le champ de la vision à la même élévation que les deux images; l'autre, pour amener le plan des axes des lorgnettes parallèle avec les marges supérieures ou inférieures des images ou, en d'autres termes, dans la même ligne droite horizontale, et les dites marges passant à travers des points correspondant dans les deux images. Le premier point s'obtient en inclinant le support en forme de V, en avant ou en arrière, par le moyen d'une seconde charnière O′ placée au-dessous, ayant son axe à angle droit avec l'axe de la charnière O réunissant les deux bras du V.

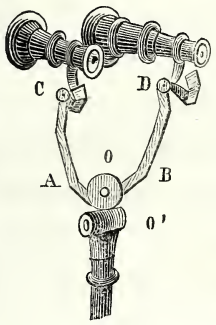


Fig. 30.

Le dernier ajustement est presque obtenu par la construction primitive en observant que les bras du V soient également ouverts; mais il est complété par deux vis au-dessous des lorgnettes, au moyen desquelles l'extrémité extérieure de l'une et de l'autre peut être élevée ou abaissée. On doit aussi faire attention à la longueur focale de chaque lorgnette, comme cela se fait d'ordinaire.

Cinq ajustements sont ainsi nécessaires, qui doivent être faits dans l'ordre suivant.

1° Chaque lorgnette est ajustée avec soin à la longueur focale convenable, afin de donner une vue distincte. 2° Les lorgnettes sont amenées à la distance convenable des yeux, en ouvrant ou en fermant les bras du V, observant qu'ils soient également ouverts; 3° elles sont tournées *ensemble*, en haut ou en bas, suivant l'élévation des images, par le moyen de la charnière O′ la plus basse; 4° il faut amener les lorgnettes à leur inclinaison convenable l'une vers l'autre, ce qui se fait en tournant chacune d'elles séparément sur son axe vertical, jusqu'à ce qu'elle donne une vue pleine de l'image qui en est la plus éloignée. Il faut faire tous ces arrangements avec soin avant d'essayer en aucune manière à réunir les images. Enfin quand on fait cet essai, si l'une des images paraît un peu à droite ou un peu à gauche de l'autre, tournez l'une des lorgnettes sur son axe vertical, jusqu'à ce que les images viennent en-

semble, et si l'une d'elles apparaît un peu plus haute que l'autre, élevez ou abaissez la lorgnette au moyen de la petite vis qui est placée au-dessous.

A cette forme de l'instrument, qui est certainement la plus parfaite des deux, j'ai proposé de donner le nom de *stéréoscope télescopique*.

Depuis que les formes de ces instruments ont été décidées, M. Waterston a suggéré un moyen plus simple pour obtenir le même but qu'avec le premier de ces instruments, quoique son apparence soit plutôt celle du second. Il consiste en deux tubes dont on se sert de la même manière que des deux lorgnettes, et qui sont ou tenus séparément dans les mains, ou réunis. Si les tubes sont faits de la longueur et de la largeur convenables, ils atteignent le but presque aussi bien que l'instrument en forme de boîte, (*fig.* 29). Mais ils n'ont pas, bien entendu, les avantages que donnent les lorgnettes (*fig.* 30).

Il faut construire leurs extrémités ainsi : celle qui est près de l'œil, étroite, et l'autre plus large et capable de s'allonger, de manière à donner la proportion nécessaire de longueur et de largeur.

§. 10.

Stéréoscope diaphragmatique de M. Volpicelli.

Nous empruntons au Cosmos, la description du stéréoscope suivant :

Ce Stéréoscope très simple sans miroirs ou lentilles, consiste dans une boîte rectangulaire horizontale ABB'A' dont les proportions sont : hauteur 11, largeur 20, longueur 62 centimètres. Contre la face verticale du fond BB' s'appliquent les deux vues stéréoscopiques. Dans la face verticale antérieure AA' on perce deux trous placés en regard des centres, des deux vues. Autour de deux axes coïncidant avec les arêtes verticales de la boîte passant par A et A', tournent deux diaphragmes formés de deux plaques rectangulaires en bois ou en carton noirci, installées de champ, de la hauteur des images longues d'environ 19 centimètres et servant à intercepter les rayons venant des deux vues, de telle sorte que l'œil droit ne puisse voir que la vue gauche, et l'œil gauche la vue droite. Il en résulte que les rayons venant des deux vues, avant de parvenir à l'œil, se croisent et se coupent dans un certain espace situé à peu près au centre de la boîte, et c'est dans cet espace qu'après un petit effort et après avoir donné aux diaphragmes l'inclinaison convenable, les yeux aperçoivent l'image en relief.

En appelant : l la largeur des épreuves stéréoscopiques, a la distance qui les sépare, b cette distance augmentée du double de la largeur l, l_x la largeur de l'image vue en relief, φ l'angle que le rayon extrême (celui qui partant du point B, angle du fond de la boîte à droite, rase le bord droit de l'image en relief) fait avec le fond de la boîte, d la longueur de la boîte, par un raisonnement géométrique et un calcul facile, M. Volpicelli trouve :

$$\frac{l_x}{l} = \frac{2\ (b - d\ \text{cotang.}\ \varphi)}{b - a.}$$

Il ajoute : si après avoir vu le relief on peut tourner les diaphragmes autour de leur axe ou charnière, de manière à ce qu'ils s'appuient sur les faces latérales de la boîte, et n'interceptent plus rien en même temps qu'on continue de regarder l'image en relief, on verra un phénomène physiologique très-intéressant, c'est-à-dire simultanément, outre l'image en relief, ses deux projections correspondantes ou les deux vues accouplées, en même temps trois images : une vers le milieu de la longueur du stéréoscope, qui donne la sensation du relief, et deux au fond ; et que, même par un effort de la volonté, on ne réussit pas à voir seulement deux images, celles des projections. Ces trois images apparaissent sans le secours de lentilles de miroirs ou de diaphragmes, puisqu'après que les diaphragmes ont

servi à amener la sensation du relief apparent, et qu'on les a repliés, cette sensation continue, en même temps que se produisent les sensations des deux autres images.

La coéxistence de ces trois images est un phénomène très-singulier au point de vue physiologique, puisque dans une semblable vision l'œil reçoit des rayons qui ne se coupent pas, parmi ceux qui en se coupant constituent le relief apparent; et l'œil voit en même temps les images distinctes de tous les points d'où ces mêmes rayons sont partis.

Si les deux projections ou vues stéréoscopiques sont de couleurs complémentaires l'une de l'autre, l'image en relief apparaîtra blanche, comme dans les autres stéréoscopes, avec cette particularité de plus, qu'après avoir obtenu la sensation de l'image en relief, et replié les diaphragmes sans la perdre de vue, on voit à la fois trois images, l'une blanche en relief, et deux autres de couleurs complémentaires, qui sont les images des projections correspondantes; cette différence de couleurs ajoute encore au piquant du phénomène physiologique. Ceux qui ne sont pas exercés à l'observation des phénomènes optiques ont besoin de quelque attention pour parvenir à percevoir la première fois la sensation du relief avec ce stéréoscope. Cependant ceux dont les yeux sont bien conformés, et qui ne sont ni préoccupés, ni distraits, saisiront assez rapidement l'image en relief en regardant vers le milieu de la longueur du

stéréoscope. Quand on a une fois réussi à la voir, on la retrouve à volonté et sans difficulté.

§ 11.

Système stéréoscopique à lentilles entières, périscopiques, parallèles aux images (M. Hermagis).

Jusqu'à présent nous avons considéré la formation de la sensation stéréoscopique ou du relief comme une conséquence de la superposition des deux images dans l'instrument au moyen de verres prismatiques appropriés.

Il est facile de démontrer que cette condition n'est point nécessaire et que la sensation stéréoscopique ne naît pas de la superposition matérielle des deux images dans l'instrument, mais bien de leur coïncidence physiologique produite par les yeux, sans doute au point de croisement des deux branches du nerf optique. Il n'est personne qui regardant dans un stéréoscope à prisme n'ait été frappé de l'effort considérable, anormal et pénible, que l'organe oculaire est obligé de faire pour arriver à la vision du relief, c'est qu'en effet il faut loucher fortement. Les figures 12, 15, 17, 18, 19, 21, 23, 29, 30, que nous avons données d'après les théories de la réfraction, ne sont même pas construites comme il conviendrait, car la lumière ne vient pas de notre œil, mais nous est envoyée de l'image stéréoscopique par

réflexion ou par transmission. Il convient donc de représenter le trajet lumineux ainsi que dans la figure 31, pour le système réfringent le plus simple.

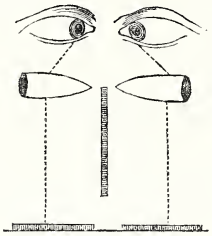


Fig. 31.

L'inspection prouve que la convergence des rayons produite par les prismes atteint l'angle lacrymal de l'œil, et c'est par le redressement intellectuel que les rayons nous semblent superposer les deux images dans l'intérieur même du stéréoscope. C'est la même illusion qui se produit si l'on fait tourner sur elle-même une bonnette de stéréoscope à prisme et qui nous laisse croire que l'image tourne dans le stéréoscope, tandis que ce n'est que le point d'impression du rayon réfracté dans l'œil qui frappe la rétine en une série de points circulairement espacés. Si au lieu de loucher, nous voulons obéir à l'illusion qui nous fait voir les épreuves superposées sous la cloison du stéréoscope, il faut que nos yeux prennent une position parallèle, c'est-à-dire fatigante puisqu'ils sont habitués à converger vers tous les objets qui nous entourent, et cela d'autant plus que ces objets sont plus près dans le stéréoscope prismatique, sans bonnettes, la position de la lentille rapprochée de l'œil, (outre qu'elle ne laisse pas arriver le faisceau concentré tout entier) a l'inconvénient de produire la sensation de regarder de près, c'est-à-dire de converger fortement, et au lieu de cela

les yeux doivent être parallèles, c'est-à-dire regarder à l'infini. Effort et fatigue de part et d'autre. Remarquons en outre que l'action des prismes ayant pour effet de courber les lignes droites de l'image de manière à ce que le côté concave regarde la partie mince du prisme, il s'en suit, comme l'a fait voir M. Claudet, que la superposition stéréoscopique de ces deux courbes qui se regardent produit la sensation d'une autre courbe ou convexité tournée vers l'observateur. Jusqu'ici tout est juste dans cette remarque, mais la conclusion qu'il en tire ne l'est plus; voici les paroles de l'habile photographe : « Pour obvier à ce défaut il n'y a qu'un « moyen, c'est d'employer le centre des lentilles à l'exa- « men des deux images ; mais comme le centre ne « réfracte pas les images latéralement, leur coïncidence « ne peut avoir lieu sans placer les axes optiques dans « la position que nous employons pour voir un objet « placé à 10 mètres devant nous, ce qui est à peu près « l'angle de convergence que l'on obtient au moyen « de lentilles prismatiques. »

M. Claudet oblique donc sa lentille et par cela même la ramène à l'effet prismatique, ce qui était inutile, et ce qui est même nuisible pour la perception sans fatigue du relief stéréoscopique.

M. Hermagis l'a démontré d'une manière irréfragable en appliquant au stéréoscope deux lentilles entières prismatiques de 6 centimètres de diamètre pla-

cées sur le même plan parallèle à celui des images.

Nous allons entrer dans le détail de la construction d'un stéréoscope qui donne une vision sans fatigue, normale, et une sensation stéréoscopique tellement saisissante, que nous n'en avons jamais obtenu de comparable avec le système prismatique.

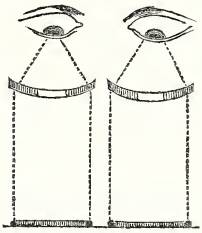


Fig. 32.

Les lentilles sont parallèles (*fig.* 32) aux images, le côté concave tourné vers l'œil du spectateur; elles sont montées au fond de bonnettes très-larges et hautes de 5 centimètres. Cette disposition en isolant l'œil du verre empêche en outre qu'il ne soit frappé par les rayons latéraux de la lumière diffuse, et que les cils ne portent contre les lentilles, ce qui gêne beaucoup l'observateur. C'est à ce trop grand rapprochement des yeux des lentilles que nous devons l'aveu de M. Claudet que la vision avec les lentilles obliques n'est pas facile, et qu'il faut s'y habituer par une sorte d'étude, on peut ajouter, et une grande fatigue. Le stéréoscope à lentilles parallèles porte une allonge intérieure mobile par un bouton qui permet la mise au foyer des images pour toutes les vues. Enfin les lentilles prismatiques sont achromatiques et ne produisent jamais les franges coloriées si gênantes par une vive lumière dans les stéréoscopes prismatiques ordinaires.

En réfléchissant à cette construction qui est en oppo-

sition flagrante avec le système adopté jusqu'ici, on pourrait être amené à croire que la sensation du relief est produite parce que l'œil regarde par les bords des lentilles et obtient ainsi un effet prismatique, l'expérience suivante détruit cette crainte, voici comment. On couvre d'un obturateur percé à son centre d'un petit trou, chaque bonnette, l'on écarte ou l'on rapproche les bonnettes jusqu'à ce que la vision de chaque œil s'exerce par ce petit trou, et la sensation du relief est bien la même et tout aussi vive qu'en retirant les obturateurs et regardant sans obstacle et sans guide.

La réfraction latérale est donc absolument inutile pour la perspective du relief stéréoscopique qui n'existe que physiologiquement par une impression spéciale et simultanée sur notre cerveau ; impression toute d'extériorité et cependant transmise par les nerfs optiques frappés simultanément par les deux images dissemblables. De cette manière, pas de fatigue comme avec l'ancienne, pas de distorsion des yeux, etc.

Une dernière expérience de M. Hermagis a rendu cette vérité palpable en prouvant que la réfraction latérale ne donne pas le relief puisqu'on le perçoit sans elle.

Une personne regarde un paysage sur nature au moyen de deux ouvertures d'un millimètre percées dans deux diaphragmes métalliques mobiles, qui une fois fixés donnent exactement l'écartement des yeux de cet observateur. Cette distance reportée sur une chambre bino-

culaire sert à la percer et à y monter deux objectifs de même foyer dont les axes coïncident avec les points d'écartement des yeux. On fait l'épreuve double du paysage, on sépare les deux images. On monte à gauche celle de droite, à droite celle de gauche, et on les remet dans la chambre binoculaire où l'on a opéré. Si alors on fait regarder l'observateur par les ouvertures des diaphragmes qui ont mésuré l'écartement de ses yeux, il est évident qu'il aura les yeux dans l'axe même des objectifs. Eh bien ! dans cette position sans fatigue et tout naturellement, le spectateur percevra une seule épreuve en relief. Où trouver ici la réfraction latérale?

L'extériorité des images est très-facile à prouver par une expérience que nous avons faite au moyen du stéréoscope à lentilles entières et parallèles de M. Hermagis. Si nous appliquons à la bonnette droite de son stéréoscope notre œil gauche, l'œil droit restant libre en dehors, nous percevons une impression particulière qui nous fait voir l'image à droite en dehors de la boîte, dans notre main si nous la mettons à une distance de 20 centimètres de notre œil droit. Cette image immatérielle en relief, en l'air, est tellement saisissante que nous cherchons à toucher du doigt les monuments fantastiques qui n'existent pas là, et notez en passant que c'est un relief que nous percevons, moins saisissant que celui que donnent les deux yeux, mais enfin ce n'est pas une image plane. Je crois que ce genre de relief

tient seulement à la rigueur des proportions mathématiques de la perspective et à la juste distribution des nuances et des ombres. Mais il n'en est pas moins curieux de voir la main poursuivre dans l'espace une image physiologique émanée de notre cerveau et irréfutable pour notre intelligence.

Avec le stéréoscope prismatique le même effet n'a lieu que pour une petite portion de l'image en regardant par l'extrême bord épais du verre, c'est-à-dire en se rapprochant autant que possible des conditions de vision par le centre de la lentille.

La disposition des lentilles périscopiques parallèles permet plusieurs avantages accessoires. D'abord l'agrandissement des images, par l'amplification des lentilles, en second lieu la décurvation des lignes droites et enfin la perception agréable quoique prolongée de la sensation visuelle stéréoscopique.

Il faut donc conclure de ces expériences diverses que la vision binoculaire d'un objet extérieur solide, donne la sensation du relief parce que le cerveau reçoit simultanément l'impression des deux images dissemblables du même objet fourni par chaque œil. Il faut conclure aussi que l'impression du relief stéréoscopique ne diffère pas du relief naturel, et s'obtient par l'impression transmise au cerveau de deux images dissemblables du même objet. La superposition, ou pour mieux dire la contraction des deux images en une seule est un fait

physiologique et immatériel, et non une superposition matérielle produite dans l'instrument. Les lentilles n'ont qu'un but : rassembler les rayons lumineux assez fortement pour faire naître de près à l'œil une sensation aussi forte que celle que lui causeraient les objets mêmes, de loin. Ce faisceau lumineux condensé puis défendu et isolé par la petite chambre noire des bonnettes, arrive intense à l'organe, l'impression de chaque image différente perçue à chaque œil est transmise au cerveau et la sensation invincible du relief est acquise.

Telle est selon nous la simple et vraie théorie de la vision stéréoscopique calquée sur la vision naturelle.

TROISIÈME PARTIE

THÉORIES DIVERSES
DE LA VISION BINOCULAIRE

§ 1er.

De la vision.

La première nécessité qui frappe l'esprit en commençant ce chapitre, est celle d'un résumé très-sommaire des phénomènes de la vision en général, précédant les recherches sur la vision binoculaire et les effets stéréoscopiques, c'est donc ainsi que nous allons procéder, passant du simple au composé.

L'œil est une chambre noire en miniature, munie de son objectif avec ses diaphragmes, de sa glace dépolie, et douée en outre d'une exquise sensibilité qui la rend apte à des phénomènes, encore inexpliqués, d'adaptation dont nous parlerons plus loin. Il nous faut donc dire un mot d'abord de la chambre noire, mais sans entrer dans les redites consignées partout à ce sujet (1).

(1) On trouvera tous les développements utiles dans le *Répertoire Encyclopédique de Photographie,* partie non périodique, 2 vol., et *Journal Mensuel,* par H. de La Blanchère. Paris, *(sous presse).*

§ 2.

De la chambre noire en général.

La chambre noire offre un phénomène d'une grande simplicité ; elle se compose d'une boîte quelconque, une chambre habitable noire, privée de lumière entière-

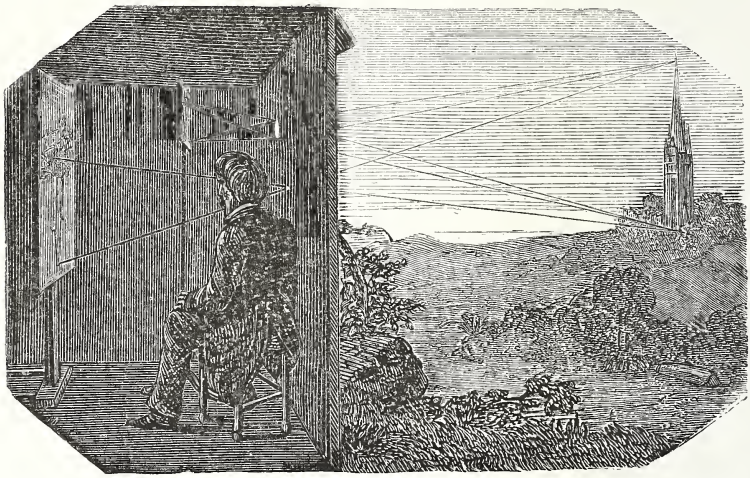


Fig. 33.

ment, et dans une paroi de laquelle on a fait une ouverture très-petite et de forme quelconque.

Tous les rayons réfléchis ou émanés des objets extérieurs qui pourront atteindre cette ouverture, s'y croiseront et peindront sur une surface blanche opposée à la paroi ouverte, une image renversée des objets du dehors. Cette image est d'autant plus grande que

l'écran qui la reçoit est plus éloigné de l'ouverture (*fig.* 33.) comme A B. Si l'on place dans l'ouverture une lentille ou un système de lentilles convergentes comme en D, on gagne beaucoup en netteté et l'on rapproche le foyer L' à volonté. On peut obtenir ainsi des images beaucoup plus vives, puisque le verre convergent permet une ouverture plus grande et par suite l'introduction d'une plus grande quantité de rayons lumineux.

L'image dans ce cas, comme dans le premier, est toujours renversée; l'aspect de la marche des rayons dans la figure 33, suffit à faire comprendre que les rayons partis des objets en bas frappent en haut et ceux partis d'en haut peignent l'image au bas de l'écran.

§ 3.

L'œil est une chambre noire d'une construction particulière. — Des images inverses. — Expériences à ce sujet. — Axe optique.

La coupe de l'organe visuel (*fig.* 34) nous démontre que l'œil est une chambre noire arrondie, et par conséquent, que les images qui se peignent sur la rétine ou la choroïde, substance membraneuse qui en tapisse le fond A (*fig.* 34), et représente la glace dépolie des chambres noires photographiques, que ces images, dis-je, sont renversées. C'est déjà un problème assez difficile à résoudre, que celui de savoir comment nous les voyons redressées dans leur sens naturel. Les

théories n'ont pas manqués, mais aucune, parmi elles, n'est entièrement satisfaisante. Volkmann, Muller et d'autres physiciens font remarquer que, puisque l'œil perçoit toutes les images renversées de la même manière, et non pas celle d'un objet seulement parmi les autres droites, tous les objets doivent paraître dans leur sens naturel, puisque l'œil qui les voit manque de terme de comparaison. C'est aussi notre avis, et c'est l'explication la plus simple et la plus raisonnable.

On s'est assuré directement par l'expérience que l'œil transmettait au cerveau l'impression d'images inverses,

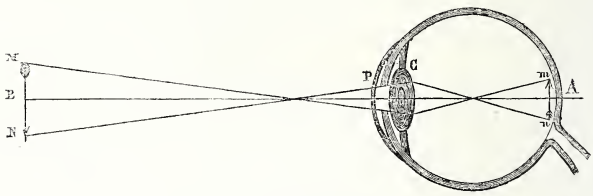


Fig. 34.

en fixant à l'ouverture d'une chambre noire l'œil entier d'un individu albinos. Dans les êtres affectés de cette maladie, les membranes colorées sont privées de pigment, et, par conséquent, la choroïde A qui tapisse le fond de l'œil, au lieu d'être noire comme dans les autres animaux, est incolore. On a dépouillé cet œil de ses enveloppes extérieures, et, à l'aide d'une loupe, on a constaté, en se plaçant derrière en A, que les images formées par le cristallin C se peignaient renversées sur la rétine.

Il ne faut pas oublier qu'on désigne sous le nom

d'axe optique principal la ligne A B passant par le centre de la pupille P, le centre du cristallin et le centre de figure de l'objet M N qu'on regarde : l'œil est partagé par cette ligne en deux parties symétriques. Cette ligne est la direction de la vision la plus nette. Les axes optiques secondaires sont les lignes qui représentent la marche de rayons venant frapper le cristallin sous un angle différent.

§ 4.

De l'angle optique. — Varie suivant les distances.

L'angle optique (*fig.* 35), sur lequel nous aurons à revenir plus loin, est l'angle formé par les rayons émanant

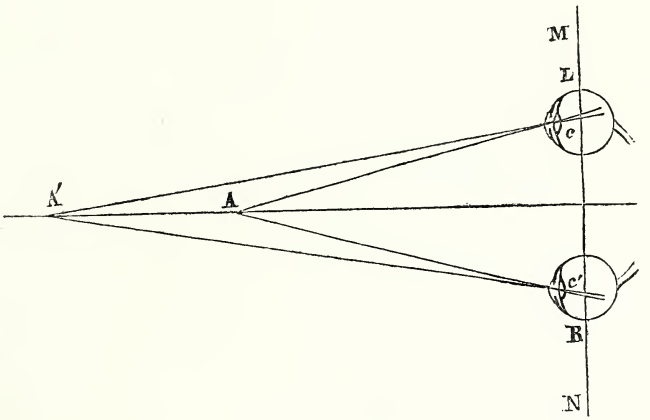


Fig 35.

de l'objet A et frappant chacun des deux yeux L et R. C'est l'angle L A R, L A' R, etc., variant suivant la distance

des objets, mais dont le sommet a toujours pour lien géométrique, la perpendiculaire au plan M N tangeant aux deux yeux, et bissectrice de l'écartement des centres des cristallins C C'. C'est donc à la perception de cet angle optique variable L A R, L A' R, L A" R, etc., que nous devons la perception du relief; mais, si on comprend jusqu'à un certain point le fait sur nature, comment s'en rendre compte dans le stéréoscope? Une expérience bien simple peut en donner une explication.

Supposons que sur deux images stéréoscopiques photographiques donnant un relief parfaitement exact dans l'instrument, nous mesurions la distance longitudinale des points homologues de chaque objet. Nous nous apercevrons, en portant sur les uns et les autres les branches d'un compas ouvert, que la distance qui les sépare diminue à mesure que ces objets s'enfoncent à l'horizon, par conséquent, sont plus éloignés du spectateur.

Si maintenant nous concevons la superposition des images effectuées, les deux lignes convergentes et passant à chacun des deux points homologues diversement écartés deux à deux, feront des angles d'autant plus grands, que les points seront plus près, d'autant plus petits qu'ils seront plus loin. De là, une sensation analogue à celle que donne la vue sur nature, et, par suite, sensation inévitable du relief.

§ 5.

De l'angle visuel. — De la distance de vue distincte.

L'angle visuel au contraire (*fig.* 36), est celui dont le sommet est dans l'œil R, et dont les côtés R A, R O, R C,

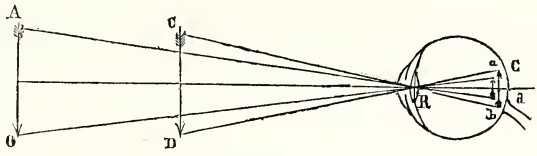


Fig. 36.

R D embrassent les objets extérieurs, et découpent une certaine section circulaire dans le panorama qui nous entoure. On voit qu'il est formé par les axes optiques secondaires dont nous avons parlé plus haut (§ 3, III^e Partie).

A O = C D, mais l'angle A R O < C R D C, donc l'angle visuel pour un même objet varie avec sa distance, et par conséquent, peint sur la rétine une image d'autant plus petite *a*, *b*, que l'objet est plus loin.

La distance à laquelle, pour la majorité des organes, les objets sont vus avec le plus de netteté, s'appelle *la distance de vue distincte ;* elle varie entre 15 et 30 centimètres, comptés sur la ligne de sommet des angles optiques (*fig.* 36), et nous avons vu (II^e Partie) combien dans la construction de l'instrument stéréoscopique, cette évaluation était importante. En effet, les personnes

dont la vue porte en deçà ou au delà de cette unité moyenne, ne peuvent se servir des instruments ordinaires, et ne perçoivent pas avec eux le relief. Nous avons indiqué le moyen d'y remédier. (§ 8 et 11, II^e^ Partie.)

§ 6.

Lois de formation des images dans la chambre obscure et dans l'œil. — Adaptation automatique. — Théorie de M. Pouillet. — Dilatation de la pupille. — Du cristallin. — Expérience de M. de Haldat.

Dans la chambre noire garnie d'une lentille, les images se forment sur l'axe de la lentille, d'autant plus près d'elle que les objets sont plus loin. La glace dépolie doit donc se rapprocher de la partie postérieure de la lentille à mesure que les objets s'éloignent. Lorsque ceux-ci ont atteint une limite suffisante, c'est l'infini *relatif*, et le foyer s'arrête. Pour l'œil devrait exister la même loi, et, cependant, cet admirable organe présente toujours une image d'une égale netteté, non pas pour la vision simultanée d'objets très-différents comme distance, mais pour la vision successive de ces mêmes objets. Il y a donc adaptation automatique de la glace dépolie (rétine) de l'œil à toutes les distances des objets à voir. Comment a-t-elle lieu, c'est encore une question qui a été fort débattue, et dont la solution est moins simple qu'elle ne le paraît.

M. Pouillet, entre autres, attribue cette faculté aux

contractions ou dilatations de la pupille, qui permettent aux rayons d'être admis à travers le cristallin, ou près du centre, ou plus près des bords. Or comme cet organe est formé d'une substance dont la puissance de réfrangibilité marche en décroissant du centre à la circonférence, il en résulte une suite de foyers dont les plus rapprochés doivent être ceux des rayons convergents vers le centre du cristallin. Mais il faut remarquer que les dilatations de la pupille sont plus en rapport avec *l'intensité* des diverses lumières qu'avec la *distance,* puisque pour une même distance, la pupille ne devrait pas changer, et qu'elle peut varier et *varie* énormément.

Cette cause n'est donc pas la seule. Il peut être que le cristallin ait la propriété automatique de se renfler ou de s'aplatir suivant l'intensité des rayons qui le frappent, ces changements de forme lui permettant toujours de faire converger les rayons sur la rétine. Le diamètre de l'œil, d'avant en arrière, peut aussi être modifié par l'action des muscles moteurs de l'organe, quoique cette action soit difficilement admissible, si l'on se rappelle la rigidité élastique, mais inorganisée comme muscles moteurs, des enveloppes extérieures de l'organe. Enfin la choroïde, en se prolongeant en avant, forme auprès et autour du cristallin, les replis appelés *procès ciliaires*, dont l'action peut être d'*éloigner* ou d'*approcher* le cristallin de la rétine dont la choroïde fait partie.

Toutes ces causes sont très-mystérieuses, et encore

peu confirmées par l'expérience. Le fait le plus remarquable est consigné par M. de Haldat qui, plaçant un cristallin dans l'ouverture d'une chambre noire, a remarqué que l'image fournie par lui sur une glace dépolie, était sensiblement aussi nette pour les objets près que pour les objets dix et vingt fois plus loin. Cette particularité du cristallin l'éloigne tout-à-fait des systèmes lenticulaires factices à notre usage.

§ 7.

Théorie de M. Sturm. — Des surfaces caustiques. — Pinceau lumineux.

On doit à M. Sturm une explication de cette propriété que malheureusement il n'est pas donné à l'industrie de reproduire. Nos lentilles sont homogènes et à surfaces sphériques; il n'en est pas de même des organes de l'œil, le cristallin n'est pas une lentille ordinaire à courbes sphériques, il est inégalement réfringent, les humeurs vitreuses et translucides qui remplissent les cavités de l'œil ont des pouvoirs réfringents très-différents, la surface de la rétine n'est pas une portion sphérique concave, et toutes ces surfaces ne forment pas même un tout symétrique par rapport à un seul et même axe.

« On a admis généralement, » dit M. Sturm, « que « pour avoir la vision distincte d'un point lumineux, il

« fallait que les rayons émanés de ce point vinssent con-
« verger, ou former leur foyer sur la rétine, ou du
« moins très-près de la rétine. Mais les considérations
« qui précèdent » (il a démontré que les intersections successives des rayons traversant par un diaphragme à très-petite ouverture des milieux inégalement réfringents, forment une surface caustique qui rencontre l'axe du faisceau en deux points entre lesquels est le maximum de convergence) « prouvent, ce me semble, qu'il
« n'y a pas toujours un foyer ou point de convergence
« unique, ce qui existe toujours pour un faisceau très-
« mince qui a pénétré dans l'humeur vitrée et qui vient
« rencontrer la rétine, c'est ce que j'ai appelé plus haut
« l'intervalle focal, qui peut être plus ou moins long.
« Cet intervalle ne peut pas être absolument nul dans
« l'œil, car l'œil offre un assemblage de différents mi-
« lieux inégalement réfringents (au nombre de trois
« au moins, en négligeant la cornée); et ces milieux
« sont séparés par des surfaces qui ne sont pas rigou-
« reusement sphériques ni même symétriques par rap-
« port à un axe commun.

« Je pense donc que dans l'œil, l'intervalle focal pro-
« pre à chaque faisceau provenant d'un point extérieur
« est non pas nul, mais seulement très-petit, de 1 ou
« 2 millimètres au plus. J'admets, selon l'opinion géné-
« rale des physiologistes, que c'est la rétine seule qui
« reçoit l'impression de la lumière, ou l'enveloppe cho-

« roïde qui se trouve au-dessous d'elle. La direction du « rayon central sur lequel se trouvent les foyers F *f* « (extrêmes de l'intervalle focal) étant presque perpen- « diculaire à la surface de la rétine, le point d'où éma- « nent les rayons lumineux sera vu avec une netteté « suffisante si la ligne F *f*, quoique très-courte, rencon- « tre la rétine en un point situé entre F et *f*, et même « encore un peu au delà de F et en-deçà de *f;* car alors, « le mince faisceau lumineux que la pupille a laissé pas- « ser, interceptera sur la rétine un espace extrêmement « petit, incomparablement moindre que la section faite « dans ce faisceau très-près du cristallin. »

Cette théorie si ingénieuse répond aux objections faites plus haut (§ 6, III^e^ Partie), et il est bien entendu que le foyer de chaque faisceau lumineux n'est pas, comme pour une lentille sphérique plongée dans un seul milieu, un point : c'est une ligne, qui, pourvu qu'elle rencontre la rétine entre ses deux points extrêmes, donnera une perception nette et distincte, en un mot une image *au point*. Il faut remarquer encore que la variation de distance focale pour un système lenticulaire aussi petit que le cristallin, rentre presque dans les grandeurs microscopiques, et, d'autre part, que l'épaisseur complète de la rétine transparente et sensible superposée à la choroïde colorée, est peut-être le lien géométrique en épaisseur des foyers divers des rayons extérieurs convergés par le cristallin.

§ 8.

La sensation du relief est en définitive une appréciation des distances. — Lieu du croisement des axes optiques. — Convergence de ces axes.

Nous avons dit dans la première partie (§§ 3, 4, 11), et démontré facilement que chaque œil percevait une image distincte et différente de chaque point des corps extérieurs. Nous avons en même temps fait remarquer que quant à l'ensemble d'un corps, la vision distincte ne s'effectuait que pour chacun de ces points à la fois, et que plus la sensation par ce point visé était vive (§ 4), plus le reste du corps donnait une impression confuse et effacée. Or la sensation du relief est en définitive une appréciation de distances. Si en fermant un œil nous regardons un objet, l'axe optique étant un, et chaque point de cette ligne, en se projetant sur les autres, la couvrant tout entière, il est clair que pour ce seul œil, à partir du premier point de vision distincte, tous ceux de la ligne sont cachés par lui, et lui semblent le même. La distance n'existe donc pas. Si au contraire nous créons un second axe optique en ouvrant l'autre œil et regardant le même point de l'objet, l'intersection de cette ligne avec la première détermine un point fixe, donc nous apprécions l'écartement pour la valeur de l'angle des deux axes : la distance est perçue et fixée.

On saisit ainsi cette loi bien simple que, si, pour avoir la vision distincte d'un point nous faisons fortement converger les axes optiques, nous jugeons que le point est près; si nous diminuons au contraire cet angle, nous acquerons la certitude que le point est loin.

Il existe en outre une sensation particulière à l'organe de la vue, qui nous avertit, surtout quand l'objet est très-près, de l'effort pénible qu'il faut faire pour en acquérir la vision distincte.

§ 9.

Expérience des objets verticaux. — Circonférences semblables superposées.

Dans l'expérience des deux objets verticaux (§ 4, I^re^ partie), placés devant les yeux, l'un devant l'autre et dont l'un paraît double quand le sommet de l'angle optique est sur l'autre, on reconnaît que les images doubles sont formées sur chaque œil par des rayons frappant chacun un point non semblable de la rétine.

Tracez sur une feuille de papier deux petites circonférences à deux centimètres et demi environ l'une de l'autre, et sur une même ligne horizontale, dressez cette feuille verticalement en face de vous, et en regardant ces deux points, placez en avant de vos yeux une pointe quelconque. D'après l'expérience que nous avons rapportée plus haut, si vous faites converger les axes opti-

ques sur la pointe, vous verrez double chacune des circonférences.

En faisant varier l'éloignement de la pointe à vos yeux, l'écartement des deux images centrales variera, et il arrivera une position où elles coïncideront. Vous pouvez alors retirer la pointe, et les yeux continueront à voir la circonférence centrale simple; dans cette position l'œil droit regarde la circonférence gauche, et l'œil gauche la circonférence droite.

La troisième image est vue au point précis où se coupent les deux axes optiques, mais le phénomène le plus remarquable est que cette troisième image n'est pas plane, c'est un relief.

Si donc à la place de ces petites circonférences, vous mettez deux dessins stéréoscopiques du même objet, vous avez la sensation du relief exact au point d'intersection des axes optiques.

§ 10.

Mode de construction des figures stéréoscopiques. — M. Tindall.

Nous trouvons dans un savant mémoire de M. Tindall un mode de construction des figures stéréoscopiques très-simple et très-ingénieux.

Nous choisirons pour sujet d'expérimentation de la vision stéréoscopique, le tronçon d'une pyramide à 6

pans, dont la base peut être une courbe quelconque, fermée mais non circulaire. Que le lecteur se figure donc voir cette petite pyramide placée à 15 centimètres et demi de distance. Avec son œil droit, il verra plus du côté droit de la surface de ce tronc qu'avec l'œil gauche; avec l'œil gauche, il verra plus de la surface de gauche qu'avec l'œil droit. Il pourra construire de la manière suivante les deux profils ou images qu'il voit ainsi de ses deux yeux :

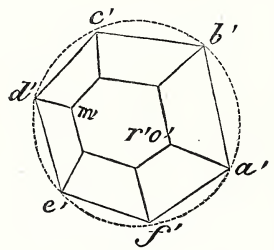


Fig. 37.

Sur une feuille de papier, il décrit avec un compas si ce sont des cercles (*fig.* 37), avec les moyens graphiques appropriés si ce sont deux autres courbes semblables (*fig.* 38), deux figures semblables *a' b' c' d' e' f'* et *m' o' r'*, ou bien les courbes *a b c d e f* et *m o' 2'*. Il choisit comme plus grand axe une ligne d'environ 25 millimètres et il espace de 15 centimètres les points semblables des deux figures de même espèce et de perspective opposée.

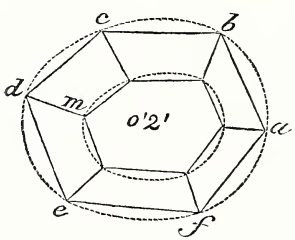


Fig. 38.

Occupons-nous seulement du cas de deux cercles dont l'un est représenté dans la fig. 37.

Partant de deux points correspondants *a'* et son sem-

blable *a*'' sur la figure symétrique à tracer, il porte sur chaque circonférence une longueur de compas égale au rayon du cercle, de *a*' en *b*', de *b*' en *c*' etc., de *a*'' en *b*'', de *b*'' en *c*'' etc; le rayon sera compris exactement six fois dans une circonférence, et l'on formera ainsi deux hexagones (*fig.* 37). En laissant ces circonférences tracées au crayon ou simplement indiquées par la pointe du compas, passons à l'encre les six côtés des hexagones. Un peu sur la gauche du centre *o*' de la première circonférence, prenons un nouveau centre *r*', et de ce centre décrivons un cercle plus petit *m*' *r*' *o*' ; inscrivons dans ce nouveau cercle un petit hexagone, et complétons la figure en unissant par des lignes droites, les angles correspondants du petit et du grand hexagone. Puis effaçons le cercle dans lequel le petit hexagone est inscrit. Répétons une opération tout à fait semblable sur le grand cercle de l'hexagone de gauche *a*'' *b*'' *c*'' *d*'', etc., mais avec cette modification capitale que nous prendrons à la même distance, mais sur la gauche, le centre *o*'' du second petit cercle *m*'' *r*''. Les figures ainsi obtenues sont les deux profils du petit tronc de pyramide vu tour à tour de l'œil droit ou de l'œil gauche à la distance de 15 centimètres. Le dessin de gauche est celui qui correspond à l'œil droit, et le dessin de droite est celui qui correspond à l'œil gauche. Les constructions graphiques sont plus compliquées pour la figure 38, et prouveraient la difficulté immense que la main eût ren-

contrée pour construire stéréoscopiquement un dessin de quelque valeur autre qu'un corps régulier.

On remarquera qu'en faisant l'expérience de superposition que nous avons décrite, chaque œil regardera son propre dessin.

Si maintenant on renverse les figures en plaçant à droite l'image vue de l'œil gauche, à gauche l'image vue de l'œil droit, et qu'on unisse de nouveau les deux images par un moyen stéréoscopique, on obtiendra un tronc de pyramide non plus en relief, mais en creux. Disons, en passant, que les dimensions que nous avons données à la figure 37 ne sont nullement essentielles à la production du relief; le choix qu'on en a fait n'avait pas d'autre but que de fixer les idées du lecteur. M. Tindall, dans ses leçons, a fait usage d'un dessin ayant les dimensions suivantes : diamètre du cercle dans lequel est inscrit le grand hexagone, 41 centimètres ; diamètre du petit cercle, 13 centimètres et demi; distance entre les centres des deux grands cercles, 83 centimètres; distance du centre du petit cercle au centre du grand, 4 centimètres ; ces projections vues à une distance de 5 à 7 mètres et amenées à coïncider, produisaient un effet de relief extrêmement frappant.

§ 11.

De la génération mathématique des images stéréoscopiques.

Extrait du mémoire de M. Lissajous : Étude optique des mouvements vibratoires.

Il rentre tout-à-fait dans notre cadre de nous rendre compte de la manière abstraite et générale dont l'analyse mathématique envisage la génération des figures stéréoscopiques.

Chaque figure stéréoscopique peut être considérée comme la projection d'une ligne sinueuse tracée sur un cylindre à axe vertical ; mais on peut aussi la considérer comme la projection d'une ligne sinueuse tracée sur un cylindre à axe horizontal. Seulement, si dans le premier cas la ligne fait un certain nombre de sinuosités dans un nombre donné de tours du cylindre, dans le second on observera l'inverse. L'apparence de ces courbes à trois dimensions peut être présentée aux yeux d'une façon très-simple à l'aide d'un stéréoscope, comme l'auteur l'avait indiqué dans une note présentée à l'Académie des Sciences en 1856.

Cette manière d'envisager la génération de ces sortes de lignes a l'avantage de ramener à un même type toutes les figures qui correspondent à un même rapport entre les nombres des vibrations fournies dans le même temps par les deux mouvements rectangulaires.

Les figures du même type ne sont que les diverses perspectives d'une même courbe génératrice, aperçues par une personne qui tournerait autour du cylindre, en maintenant son œil dans le plan de la circonférence moyenne à une distance assez grande pour rendre cette perspective sensiblement octogonale.

L'angle dont l'œil se déplace autour du cylindre est précisément égal à la quantité dont croît la différence de phase entre les deux mouvements vibratoires, cette différence étant évaluée par rapport à la durée de la vibration horizontale. Deux de ces figures prises en perspective suivant des directions inclinées d'un angle de 10 à 12 degrés, fournissent par leur vision simultanée dans le stéréoscope, l'apparence de la courbe génératrice.

Il résulte de ce mode de génération de ces figures, qu'on peut, sans rien changer à la forme de la figure plane que l'on considère, supposer la courbe génératrice tracée sur un cylindre à axe vertical, ou sur un cylindre à axe horizontal. Les deux courbes génératrices ainsi obtenues, ont une seule et même projection, quoiqu'elles soient tout-à-fait distinctes.

On en obtient la vue stéréoscopique de la manière suivante : on trace d'abord la figure qui correspond à une différence initiale de phase égale à 0; cette figure est symétrique par rapport à deux axes rectangulaires. On trace ensuite la figure qui correspond à une différence

de phase égale à 1/32 dans le sens horizontal ; cette figure est symétrique par rapport à un axe horizontal seulement. Ces deux figures juxtaposées dans le stéréoscope, donnent l'apparence de la deuxième courbe génératrice dont l'axe est venu se placer dans la verticale.

Les points de croisement des deux figures planes fournissent dans la courbe stéréoscopique, les uns des intersections réelles, les autres des croisements en perspective.

Quand on passe de la première courbe génératrice à la deuxième, toute intersection réelle devient un croisement en perspective, et *vice versâ*. Quand on retourne à 180 degrés la première figure, ou quand on la fait passer de gauche à droite sans la retourner, la courbe stéréoscopique change d'aspect tout en conservant la même forme ; les parties qui étaient antérieures deviennent postérieures, et réciproquement. C'est un effet analogue à celui que l'on obtient quand, dans une épreuve stéréoscopique, on change l'effet creux en effet de relief; seulement il s'obtient, dans le cas actuel, par deux combinaisons différentes.

Les angles stéréoscopiques ne sont pas les mêmes pour les deux courbes génératrices, parce que tous les effets se produisent avec deux figures. Néanmoins, l'effet stéréoscopique se produit aussi nettement dans les deux cas. Seulement, l'un des genres de courbe présente

moins de relief que l'autre, et semble tracé par un cylindre à base elliptique.

En résumé, on peut combiner ces figures de huit manières différentes, et obtenir ainsi quatre apparences stéréoscopiques se rattachant à deux genres de courbe tout-à-fait distincts.

§ 12.

Conditions physiologiques du relief. — Vision binoculaire simple et double. — Direction. — Redressement des images. — Extériorité. — Limitation.

Les physiciens qui ont étudié successivement le phénomène de la vision, en ont parfaitement décrit le mécanisme nécessaire, et reconnu le trajet et la direction des rayons lumineux, mais aucun d'eux, ni aucun des physiologistes qui se sont occupés de la vision, n'ont pu expliquer les relations qui unissent la sensation et l'impression.

M. le docteur Serres d'Uzès a essayé ce problème physiologique dans un mémoire très-savant publié dans les *Annales d'Oculistique de Bruxelles*. De la physiologie sensorielle, rien ou presque rien n'a été dit avant lui, l'élément mental étant toujours là pour servir à l'explication de phénomènes qui lui sont complétement étrangers. Or, la vie est le lien nécessaire entre la na-

ture purement matérielle et la nature intellectuelle, et c'est ce lien qu'il faut surtout étudier pour pénétrer les mystères de l'organisation. Cette lacune physiologique a été comblée par l'étude des *phosphènes;* et, à l'aide de ces phénomènes, on a pu étudier l'*extériorité*, la *direction* et le *redressement* des images dans l'organe oculaire. C'est donc le problème du paragraphe précédent que nous étudions ici à un point de vue tout physiologique. Or, il existe des relations entre les phénomènes physiques et les phénomènes physiologiques : ces relations sont celles-ci :

A. Phénomènes physiques.

1. Les images réfléchies dans un même plan par deux miroirs convergents, se superposent et n'en forment qu'une, si un écran intercepte leur marche au point de leur croisement.

2. Au delà de leur point de croisement, l'interposition de l'écran donne deux images croisées, celle de gauche envoyée par le miroir de droite, et réciproquement.

3. Avant le point de croisement, l'écran interposé laisse le miroir de droite émettre une image à droite, celui de gauche une image à gauche.

B. Phénomènes physiologiques.

1. Si les axes optiques des deux yeux convergent sur un objet, cet objet paraît simple.

2. Dans cette position des axes optiques, un second objet placé plus près que celui fixé, donne lieu à deux images croisées, celle de droite est perçue par l'œil gauche, et celle de gauche par l'œil droit.

3. Si, au contraire, les axes convergent sur l'objet le plus rapproché, celui-ci est vu simple, et le plus éloigné apparaît double, et, dans ce cas, l'image de droite est perçue par l'œil droit, et celle de gauche par l'œil gauche.

Il est donc impossible, en rapprochant ces trois ordres de faits B, de ceux exposés plus haut A, de ne pas voir dans la perception de ceux-ci, le fait de l'intervention de la force vitale. Dans le premier ensemble de faits, des miroirs, c'est la nature morte, sans activité sensorielle : dans le second cas, des yeux, c'est la transformation par la vue ou phénomènes visuels d'éléments analogues, mais non plus semblables.

Ainsi, revenant à ce qui se passe pour les miroirs, on constate :

1. Une propriété en vertu de laquelle la lumière est repoussée à distance de leur surface (phénomène de la réflexion).

2. Une direction suivant laquelle s'effectue le trajet du rayon incident réfléchi.

3. La limitation de cette direction par l'obstacle ou l'écran interposé.

Voici donc trois propriétés élémentaires qui doivent

avoir des analogues dans les phénomènes de la vision, qu'elle soit simple ou double.

Nous ferons donc correspondre :

1. La propriété répulsive des miroirs à l'*action en dehors* de la rétine, action que nous nommerons *extériorité.*

2. La direction matérielle des rayons lumineux, à la *direction imprimée* par la rétine aux sensations qu'elle éprouve.

3. La limitation par l'écran interposé sur la marche du rayon, à la *limitation* par le *plan virtuel* auquel M. Serres donne le nom de *rideau physiologique* ou *vital.*

Il est clair que ces trois ordres de phénomènes doivent être mis en jeu dans le fait de la vision stéréoscopique, et que c'est à leur action complète et simultanée que nous devons, sur nature, la perception du sentiment du relief des objets.

Extériorité.

Cette propriété attribuée à la rétine de percevoir des rapports et de les renvoyer hors d'elle, appelée encore *action de la vue en dehors*, est-elle un fait acquis, ou est-elle le résultat d'un travail de l'intelligence, et le fruit de comparaisons nombreuses soumises au travail du jugement? Malgré la divergence des opinions, nous croyons à l'existence de l'*extériorité*, et, en suivant les

expériences de M. Serres sur les phosphènes, nous arrivons à la certitude que la rétine a la propriété bien réelle de renvoyer au dehors l'image perçue à sa surface, de la projeter à distance. Rappelant ici l'expérience dans laquelle Purkinge démontra que la rétine de l'œil projette au loin sur les murs d'un appartement l'image de ses vaisseaux sanguins, dessinés sur sa propre couleur grise avec leurs plus délicates complications, il prouve l'*extériorité*. Et quelque étonnant que paraisse ce phénomène, il faut bien l'admettre, l'*extériorité* est un fait.

Direction.

Les savants qui nient l'*extériorité* sont, par cela même, amenés à nier la *direction*, mais toujours avec hésitation quand il s'agit d'expliquer certains phénomènes de la vision mono et binoculaire, car, pour un grand nombre, cet élément physiologique paraît indispensable.

Les détracteurs supposent avec Smith et d'Alembert que la perception visuelle s'exerce dans la direction de chaque ligne droite passant par chaque point de l'objet lumineux, et l'image de ces points sur la membrane sensorielle, autrement que l'émergence de la sensation visuelle suit la même route que les rayons lumineux immergents. D'après Brewster et Portefield, la sensation visuelle émerge dans une direction partant de chaque

point de l'image produite sur la rétine, d'une manière toujours normale à la courbe sphérique de cette membrane.

Ces différentes hypothèses sont d'ailleurs basées sur ce que les sensations visuelles sont adressées par l'organe à l'objet, suivant la même direction que les rayons lumineux ont suivie, mais c'est ici une pure hypothèse qu'aucune expérimentation directe ne corrobore. Voyons maintenant la démonstration de M. Serres : si, au moyen de la pression des doigts sur la sclérotique, ou enveloppe cornée extérieure de l'œil, pression étudiée avec soin dans ses effets, on produit une excitation passagère sur la rétine, et qu'on mène une ligne de la rétine au centre de l'image phosphénienne extérieurement perçue, cette ligne passera par le centre du cristallin. Au moyen de plusieurs axes pris de même dans plusieurs directions, on précise le lieu de leur croisement dans le centre de ce cristallin faisant, comme on le sait, office de la lentille dont il a la forme générale. Il résulte de ceci, que la direction prise par la cause impressionnante, n'exerce aucune influence sur la direction vitale imprimée par la rétine à ses impressions visuelles. C'est donc bien une preuve expérimentale, que l'organe visuel possède une force géométrique propre, indépendante de la cause excitante, et qui produit une *direction* géométrique *virtuelle*, mais déterminée, et tout-à-fait analogue aux foyers virtuels des miroirs sphériques.

Limitation.

Il faut remarquer que le monde extérieur que traduit pour nous l'œil en une sensation perçue extérieurement, ne nous offre rien jusque-là qui puisse nous indiquer les inégalités matérielles. L'œil doué de l'extériorité et de la direction n'offre encore rien de précis dans ses sensations. Ces deux propriétés ne font pas comprendre comment on voit simple alors qu'un objet placé à l'intersection de deux axes optiques envoie une image distincte à chacun des organes, et donne par conséquent à une sensation différente en deux endroits distincts de l'organe cérébro-oculaire (*fig.* 35).

Cette vérité incontestable quand l'angle optique est positif A A' même figure, change quand il est égal à *o*, auquel cas tous les axes sont parallèles et l'objet à l'infini. Les images perçues sont alors semblables et l'aspect est le même que si l'on ne regardait que d'un seul œil. Cette remarque importante a été saisie par Wheastone. « Dans cette circonstance, dit-il, il n'existe aucune dif-
« férence entre la perception d'un objet en relief et le
« dessin en perspective qui en est tracé sur un plan :
« une peinture d'objets éloignés peut donc offrir une
« ressemblance tellement complète de ce que l'on a
« voulu représenter, que le tableau est pris pour l'ob-
« jet original lorsqu'on évite ce qui peut troubler l'illu-
« sion. L'identité au contraire des images adressées aux
« deux yeux disparaît dès que l'objet est placé près de

« nous ; chaque œil reçoit alors une perspective d'autant « plus différente que la convergence des yeux (il veut « dire des axes optiques) est plus grande, ce dont on « peut s'assurer en regardant alternativement avec un « œil, lorsque l'autre est fermé, un objet à trois dimen- « sions, placé à une faible distance.

La sensation du relief est tellement involontaire dans ce cas, que si au lieu de l'objet nous en avons la représentation exacte par de simples lignes, sans ombres, sans couleurs, nous aurons le sentiment du corps dans l'espace avec les trois dimensions. Cet effet si curieux s'obtient facilement dans le stéréoscope, au moyen de figures géométriques formées de lignes et qui sur fond noir semblent des solides à arêtes de cristal.

C'est dans la perception de ces images qu'il faut voir la nécessité du troisième phosphène de M. Serres, la certitude du rideau *limitateur*, qu'il appelle physiologique ou vital, En effet, quand nous regardons attentivement un objet rapproché de nous, les images simples des objets se rencontreront sur ce rideau par leur contraction ou superposition, et dans ce cas, celles des objets en avant ou en arrière seront toujours croisées ou non croisées, mais toujours doubles et non superposées.

Ces faits se remarquent avec un peu d'attention en regardant une rangée d'arbres dans la nature. Si vous portez au contraire la vue sur une représentation manuelle de ces mêmes arbres, vous n'y pourrez plus faire

intervenir le rideau physiologique et limitateur, chaque impression sur chaque rétine sera identique, et tous les objets en avant comme en arrière seront toujours simples. Vous aurez la sensation de la perspective, mais pas celle du relief, parce que c'est un tableau *rétinien* d'un seul œil que vous voyez retracé. Non seulement le relief est produit par une dégradation savante de teintes et une combinaison géométrique de lignes, mais il naît pour nos organes invinciblement de la combinaison sensorielle des deux images différentes produites sur nos organes jumeaux ; c'est donc sous le jeu du rideau physiologique, le concours simultané et alternatif de la vue simple et double qui fait naître pour nous le sentiment instinctif des distances relatives.

Telle est l'explication de la différence si grande du relief produit par le stéréoscope, ou de celui, si parfait qu'il puisse être, d'un tableau monoculaire. Il existe cependant une image qui semble monoculaire, c'est celle que fournit un objectif sur la glace dépolie de la chambre noire photographique. Or cette image est en relief, il semble donc exister là une contradiction flagrante. M. Claudet, qui a fait une étude complète de ce curieux phénomène, en a donné une explication très-satisfaisante, et nous emprunterons à son savant mémoire la partie qui nous intéresse, et présente en même temps des considérations générales fort justes sur la vision bi-

noculaire en général, sur le relief et sur les nécessités que son apparition commande.

§ 13.

Effets stéréoscopiques de l'image unique produite sur la glace dépolie de la chambre noire. — Théorie de M. Claudet à ce sujet. — Epreuves stéréoscopiques simultanées par un seul objectif. — Etude de l'impression des images sur la rétine. — Transformation de l'effet stéréoscopique en effet pseudoscopique. — Expérience des verres colorés pour la vision simultanée de deux épreuves.

On ne peut examiner l'image de la chambre obscure sur la glace dépolie, sans être frappé de la beauté, de la perfection et de la réalité de cette représentation des objets naturels ; mais si cette image est fixée sur la surface photographique, on remarque avec regret combien elle est inférieure à l'image de la glace dépolie.

Ce n'est que lorsque l'image photographique est rendue binoculaire et produit l'effet stéréoscopique, qu'elle paraît, sauf la couleur, égaler en perfection l'image de la glace dépolie.

Quelle peut être la cause de ce résultat? Il serait curieux de découvrir qu'elle serait la même dans les deux cas. Mais comment arriver à penser que lorsque les deux yeux voient sur la glace dépolie ce qui paraît une seule et même image, *cette image unique* puisse donner une illusion de relief semblable à celle que présente dans le stéréoscope la superposition des deux images

distinctes et séparées, ayant chacune une perspective différente ?

Il était impossible de repousser l'évidence résultant de l'examen de l'image de la glace dépolie; des yeux exercés à faire la différence d'une image en relief et d'une image sans relief, ne pouvaient se tromper sur des effets aussi caractéristiques et prendre l'un pour l'autre.

L'examen attentif de cette image et les expériences auxquelles je me suis livré, dit-il, démontraient de la manière la plus évidente qu'elle était en relief. Or, comme ce phénomène ne peut exister en dehors des lois de la vision binoculaire, j'ai été irrésistiblement conduit à rechercher s'il se pouvait que la glace dépolie communiquât à chaque œil une image de perspective différente, car je n'ignorais pas que sans cette condition il ne peut exister aucune illusion de relief.

Je me suis mis aussitôt à étudier la manière dont les rayons forment l'image au foyer de la chambre obscure après avoir été réfractés par l'objectif, et les propriétés que cette image acquiert lorsqu'elle rencontre la glace dépolie.

Lorsqu'on examine sur la glace dépolie de la chambre obscure l'image d'un solide produite par l'ouverture de l'objectif, on remarque, en regardant avec les deux yeux, que cette image est stéréoscopique. Mais si on la regarde avec un seul œil, elle ne présente plus aucun caractère de relief.

L'effet stéréoscopique se montre dans toute sa beauté sur l'image d'un groupe d'arbres rapprochés, et si l'on fait les expériences dans un atelier de photographie, on obtient le relief le plus apparent en regardant l'image d'objets placés sur divers plans très-distincts, et rien ne remplit mieux le but que le *focimètre*, instrument qui sert à indiquer la différence entre le foyer visuel et le foyer chimique dans les objectifs achromatiques.

Si l'on examine avec les deux yeux sur la glace dépolie l'image de ce disque, on voit distinctement tous les secteurs aussi séparés les uns des autres que lorsqu'on regarde le focimètre hors de la chambre obscure. L'effet est parfaitement stéréoscopique, mais il devient pseudoscopique, c'est-à-dire l'ordre des plans est interverti (le premier secteur paraît le plus éloigné et le dernier paraît le plus rapproché), si l'on regarde avec le pseudoscope, de même que si l'on examinait le focimètre hors de la chambre obscure avec un pseudoscope.

Les effets stéréoscopiques et pseudoscopiques ne se manifestent que lorsque les deux yeux sont à peu près à égale distance du centre de l'image, chacun à un angle d'environ 6°. Mais si l'on ferme l'un ou l'autre œil, ou que faisant mouvoir la tête horizontalement à droite ou à gauche, on s'éloigne du centre d'au moins 6°, l'image perd tout à coup son relief.

L'image perd encore son relief, et l'on en comprendra bientôt la cause, lorsqu'elle n'est produite que par

le centre de l'objectif. Conséquemment, les effets stéréoscopiques et pseudoscopiques sont d'autant moins apparents qu'on a réduit davantage son ouverture. Ils sont, par la même raison, observés dans leur plus grand développement, si, au moyen d'un diaphragme mobile, percé de deux ouvertures, l'image est produite seulement par les deux extrémités du diamètre horizontal de l'objectif. Ce mode de conduire les expériences présente la manifestation la plus complète des divers phénomènes, et en rend l'observation plus facile.

Pendant que les deux ouvertures sont placées dans la direction horizontale du diamètre de l'objectif, si l'on penche la tête horizontalement, de manière que les deux yeux soient situés sur une même ligne verticale, l'effet stéréoscopique disparaît; et en continuant à regarder dans cette position inclinée, si l'on fait tourner le diaphragme de l'objectif jusqu'à ce que les deux ouvertures prennent la position verticale, l'effet stéréoscopique reparaît. De même, en conservant la position verticale pour les deux ouvertures, si l'on redresse la tête de manière que les deux yeux soient sur la ligne horizontale, l'image ne présente plus d'effet stéréoscopique.

En un mot, il n'y a d'effet stéréoscopique que lorsque la ligne passant par les deux ouvertures se trouve coïncider avec la ligne passant par les deux yeux, et il n'y a aucun effet stéréoscopique lorsque ces deux lignes

se croisent à angle droit; ainsi en faisant tourner le diaphragme sur son centre, de manière à placer les deux ouvertures successivement sur tous les diamètres de l'objectif, on peut, à volonté, tantôt obtenir l'effet stéréoscopique, et tantôt le perdre, suivant qu'on regarde avec les deux yeux dans le sens de la ligne passant par les deux ouvertures, ou à angle droit de cette ligne.

Quand on fait les expériences avec toute l'ouverture de l'objectif, on a l'effet stéréoscopique, dans quelque position qu'on regarde, que ce soit horizontalement, diagonalement, verticalement ou dans tous les angles possibles, parce que, avec toute l'ouverture, chaque axe optique, dans son inclinaison de convergence, coïncide toujours avec les rayons de l'image réfractée sur la glace dépolie par un des points opposés de l'objectif, et que tous les autres rayons ne donnent qu'une perception d'autant moins sensible, que leur direction s'éloigne davantage de la ligne des axes optiques. En conséquence, les deux yeux ont dans toutes les positions deux perspectives différentes d'un solide.

Mais il est à remarquer qui si l'image est reçue sur une surface tout à fait opaque, telle que celle du papier, ou de toute autre substance analogue, au lieu d'un verre dépoli, elle ne présente, dans aucun cas, la moindre illusion de relief, quand on l'examine en face avec les deux yeux.

La surface du papier, ou de tous autres corps d'une transparence analogue, a la propriété de conserver à

chaque œil la même intensité pour tous les rayons formant l'image, à quelque angle qu'on s'éloigne du centre.

Dans quelque position qu'on se place, l'image visible est la réunion de toutes les images superposées produites par tous les points de l'ouverture de l'objectif.

Cependant, si l'on enduit le papier d'huile ou de cire, il acquiert par ce moyen une transparence moléculaire analogue à celle du verre dépoli et présente les mêmes phénomènes.

Quelle est donc la cause du relief de l'image produite sur la glace dépolie, quand on la regarde en face avec les deux yeux, et de la perte du relief quand on l'examine d'une manière oblique, en faisant mouvoir la tête à gauche ou à droite, seulement d'un angle de 6° ? Pour arriver à la solution de ce problème, il faut d'abord rappeler quelques principes de la vision binoculaire ou du phénomène stéréoscopique.

Il ne peut exister d'effet stéréoscopique que lorsque chaque œil perçoit une image de perspective différente, et que toutes les paires de points semblable des deux images rétinales ont ces points d'autant moins convergens et d'autant plus éloignés l'un de l'autre, que les objets qu'ils représentent sont plus près, et d'autant plus convergents ou d'autant moins séparés d'une rétine à l'autre, que les objets sont à une plus grande distance de l'observateur.

Il résulte de cette disposition horizontale des points

semblables de deux images sur les rétines, suivant la distance des objets qu'ils représentent, que pour les faire coïncider successivement sur le centre des deux rétines (condition indispensable de vision distincte et de perception unique), il faut converger les axes optiques, plus pour examiner le point le plus rapproché du solide et les converger de moins en moins, à mesure que les points sont de plus en plus éloignés. De même, il ne peut exister d'effet pseudoscopique que lorsque par l'inversion des images perspectives, qui renverse sur les rétines le rapport des distances, de points semblables des deux images rétinales, il faut, pour les faire coïncider au centre des rétines, converger les axes optiques, moins pour le point le plus rapproché, et de plus en plus, pour les points de plus en plus éloignés. C'est que, dans tous les cas, la sensation qui accompagne chaque angle de convergence, nous donne, par habitude, un jugement vrai ou faux des distances : vrai, lorsque les divers degrés de convergence, suivent l'ordre naturel qui est d'augmenter en proportion du rapprochement des objets, et de diminuer en proportion de leur éloignement; et faux, lorsqu'ils suivent un ordre contraire.

Lorsque les deux images sont séparées, comme cela arrive dans le stéréoscope, celle de droite est amenée au centre de la rétine de l'œil droit, et celle de gauche au centre de la rétine de l'œil gauche, au moyen de la réfraction des lentilles prismatiques du stéréoscope.

On peut encore obtenir le même effet sans stéréoscope, et même avec une plus grande perfection, simplement en dirigeant séparément chaque axe optique sur la ligne de l'image qui lui est opposée.

Dans cette disposition des axes optiques qui est celle que nous effectuons naturellement lorsque nous regardons un objet plus éloigné que les images, celle de droite vient se peindre sur le centre de la rétine droite, et celle de gauche sur le centre de la rétine gauche.

Cette séparation d'images n'existe pas sur la glace dépolie, lorsqu'elles sont produites par les deux ouvertures horizontales de l'objectif et comme au contraire elles viennent s'y superposer, il ne serait pas possible de converger séparément chaque axe optique sur un seul point de l'image dont la perspective lui appartient, si chaque œil voyait à la fois les deux points de perspectives différentes des images superposées.

Il faut nécessairement que chaque œil ne perçoive qu'une seule image, et que les deux images soient d'une perspective différente, car ce n'est que dans cette condition que peut s'exercer le jeu des convergences par lequel nous obtenons la perception des distances. Si chaque œil voyait à la fois les deux images superposées, il y aurait, au centre des deux rétines, confusion dans les coïncidences des divers points de perspectives différentes du solide. Les unes produiraient l'effet stéréoscopique, et les autres, l'effet pseudoscopique; ces deux effets

se détruiraient, et la perception qui en résulterait serait sans relief. C'est précisément ce qui a lieu lorsque l'image est sur papier fin, ou sur une surface d'une transparence analogue.

Or, comme le verre dépoli donne bien positivement l'illusion de relief, cela ne peut être qu'à la condition que chaque œil ne perçoive que l'image dont la perspective lui appartient, et que l'autre lui soit invisible, car autrement les yeux ne pourraient pas l'un et l'autre choisir, dans la réunion des deux images, celle qui est propre à chacun et rejeter l'autre.

Dans la prévision d'une objection qui sans doute me sera faite, et qui, dans l'esprit de certaines personnes, aurait quelque apparence de plausibilité pour combattre ma théorie, je dois faire remarquer, une fois pour toutes, que lorsque je dis que l'image qui est visible à un œil est invisible à l'autre, je ne prétends pas qu'elle soit complétement invisible, mais seulement qu'elle soit assez faible pour que l'attention n'en tienne aucun compte, et ne se porte que sur l'image nettement dessinée.

Ce n'est que dans un sens physiologique que, dans le cours de cette étude, j'emploie les termes *visible* et *invisible*.

Le phénomène de deux images superposées sur la glace dépolie, chacune seulement visible à un œil et invisible à l'autre, est prouvé par les expériences déjà indiquées ; mais il en est une autre bien plus décisive,

qui consiste à placer devant l'une des deux ouvertures marginales de l'objectif un verre bleu, et devant l'autre un verre jaune. L'effet de ces verres colorés est de donner, chacun sur le verre dépoli, une image de la couleur qui lui est propre. Il en résulte deux images superposées, l'une bleue et l'autre jaune, ne formant par coïncidence qu'une seule image, d'une teinte grise (mélange de jaune et de bleu), lorsqu'on regarde en face avec les deux yeux. Mais si l'on ferme alternativement, tantôt l'œil droit, et tantôt l'œil gauche, on ne voit qu'une image bleue dans un cas, et jaune dans l'autre.

Pendant qu'on regarde avec les deux yeux (l'ouverture de droite étant couverte par le verre jaune et celle de gauche par le verre bleu), si l'on fait mouvoir horizontalement la tête vers la droite, aussitôt qu'on atteint une inclinaison de 6°, le mélange des deux couleurs disparaît, et l'image devient bleue. Si, après s'être replacé au centre, d'où l'on revoit toujours la même teinte grise, mélange des deux couleurs, on fait mouvoir la tête à gauche, aussitôt qu'on atteint de cet autre côté une inclinaison de 6°, le mélange disparaît de nouveau, l'image est tout à fait jaune.

Les mêmes effets ont lieu si, étant placé au centre, d'où l'on voit le mélange des deux couleurs, on ferme alternativement, tantôt l'œil droit, et tantôt l'œil gauche : dans un cas l'image est bleue, et dans l'autre elle est jaune.

Quand les deux images bleue et jaune sont reçues sur le papier, le mélange des deux couleurs se conserve aussi bien lorsqu'on regarde avec un seul œil, que lorsqu'on regarde avec les deux yeux, soit en face, soit en inclinant la tête à droite ou à gauche. On ne peut, par aucune combinaison, séparer les couleurs et n'en voir qu'une.

En considérant attentivement ce qui se passe pendant le cours des expériences au moyen des verres colorés, on observe que les rayons réfractés par l'ouverture jaune à droite de l'objectif, tombent obliquement de droite à gauche sur le centre du verre dépoli, tandis que les rayons réfractés par l'ouverture bleue à gauche de l'objectif tombent obliquement de gauche à droite. Ces rayons de sources opposées viennent se croiser au foyer de la chambre obscure, et en supposant qu'il n'y ait pas là de verre dépoli, ils continuent leurs courses en ligne droite, ceux émergeant de l'ouverture de droite se dirigent vers la gauche, et ceux de l'ouverture de gauche se dirigent vers la droite. Or, comme tout rayon réfracté n'est visible que lorsqu'il coïncide avec l'axe optique, il est évident que lorsque le rayon réfracté obliquement par l'ouverture à gauche de l'objectif, vient tomber sur la rétine de l'œil droit, il ne peut pas pénétrer en même temps dans l'œil gauche, et lorsque le rayon réfracté par l'ouverture à droite de l'objectif vient frapper la rétine de l'œil gauche, il ne peut pas pénétrer dans l'œil droit.

L'œil droit ne perçoit donc que l'image bleue et l'œil gauche ne perçoit que l'image jaune.

Conséquemment, chaque œil reçoit une image de perspective différente, et nous avons snr les rétines deux images capables de donner l'illusion stéréoscopique.

Si à l'endroit qui est le foyer de l'objectif, où les rayons obliques viennent se croiser, on place une glace dépolie, les deux images produites par ces deux ouvertures paraissent représentées sur la surface où elles coïncident; mais, par un singulier phénomène, chacune de ces deux images n'est pas visible aux deux yeux à la fois. L'œil droit ne perçoit que l'image de gauche, dont les rayons frappent obliquement la surface du verre dépoli, et qui, sans être arrêtés par cette surface, viennent tomber sur la pupille de cet œil. Il en est de même pour l'autre image, dont l'œil gauche ne perçoit que les rayons qui, dans leur course oblique, coïncident avec l'axe de cet œil.

§ 14.

Différence du verre dépoli et du papier ciré.— Transmission de la lumière à travers le verre dépoli.

Mais comment se fait-il que si, au lieu du verre dépoli, on reçoit les images sur un papier, (ni huilé ni ciré), ou sur toute autre surface d'opacité analogue, chaque œil voit les deux images à la fois, et que, soit

qu'on regarde avec les deux yeux, soit qu'on regarde avec un seul œil, ou bien qu'on porte la tête, tantôt à gauche, tantôt à droite, l'image conserve toujours son mélange des deux couleurs ?

Pour que ces effets se manifestent ainsi différemment sur chacune des surfaces, il faut qu'à travers la glace dépolie, les rayons puissent continuer leur course en ligne droite, de l'ouverture de gauche sur la pupille de l'œil droit, et de l'ouverture de droite sur la pupille de l'œil gauche ; qu'ils ne soient point arrêtés par la surface du verre dépoli. Tandis que si l'on substitue le papier au verre dépoli, il faut que les rayons soient arrêtés dans leur course sur cette surface tout à fait opaque, où alors l'image vient se fixer, et que chaque molécule de cette surface, devenue lumineuse, envoie de nouveaux rayons qui divergent dans toutes les directions. De sorte que chaque œil perçoit à la fois toutes les images superposées sur le papier, dans quelque position qu'on se place, soit au centre de la chambre obscure, soit le plus obliquement possible à droite ou à gauche.

Telle doit être la cause du phénomène, et, en effet, il est facile de prouver que le verre dépoli et le papier ont, par leur constitution, des propriétés tout à fait différentes ; que le premier laisse un passage libre à la transmission directe des rayons qui rencontrent sa surface, tandis que le second est un obstacle à cette transmis-

sion directe, qu'il change en transmission diffuse à tous les angles possibles.

En effet, si l'on place, devant le soleil ou devant une lampe, un cadre dont une moitié soit occupée par une feuille de papier et l'autre par un carreau de verre dépoli, et qu'on regarde directement les deux surfaces, on voit le papier et le verre dépoli, quoique éclairés par derrière aussi vivement l'un que l'autre, transmettre inégalement la lumière, celle du verre dépoli paraissant beaucoup plus intense que celle du papier. Mais si l'on s'éloigne de la perpendiculaire et qu'on se meuve soit vers la droite, soit vers la gauche, pendant ce mouvement, on perd graduellement la lumière du verre dépoli jusqu'à ce qu'elle disparaisse entièrement, tandis que la surface du papier conserve à peu près la même intensité de lumière, dans quelque position qu'on la regarde.

La différence entre les propriétés de la glace dépolie et celles du papier, consiste dans ce que le procédé de dépolissage du verre ne détruit pas sa transparence; il ne fait que déranger le parallélisme des surfaces moléculaires à travers lesquelles, dans tous les angles de réfraction coïncidant avec les axes optiques, les rayons incidents ont un libre passage. A travers ces innombrables surfaces moléculaires, chacune parfaitement transparente et agissant comme autant de prismes ou de lentilles plus ou moins inclinées, chaque œil voit les rayons dont l'incidence coïncide avec l'axe optique.

Mais le même œil ne peut pas voir les rayons d'une autre incidence émergeant à travers les surfaces moléculaires dans la direction de l'autre œil.

Conséquemment, chaque œil ne peut voir que les rayons dont l'incidence et l'émergence tombent perpendiculairement sur la rétine, et tous les autres lui sont invisibles.

Il n'en est point ainsi pour le papier qui étant entièrement opaque, arrête tous les rayons qui l'éclairent derrière. Ces rayons, semblables à une nouvelle lumière dont la source existerait dans le papier, divergent dans toutes les directions, et tombent également sur la ligne des axes optiques, quel que soit l'angle qu'ils forment avec la surface du papier.

Toutes ces investigations viennent à l'appui de la théorie qui explique la cause du relief de l'image produite sur le verre dépoli de la chambre obscure, et je ne crois pas que cette théorie soit susceptible de contradiction.

Il est évident que le relief résulte de la présence de deux images superposées de perspectives différentes, chacune seulement visible à un œil et invisible à l'autre, et que ce phénomène est produit par la propriété dont est doué le verre dépoli, de réfracter, à travers les molécules transparentes de sa surface, tous les rayons qui la frappent, et lorsque leur incidence coïncide avec l'axe optique, ils sont visibles. Mais

chaque axe optique ne pouvant coïncider qu'avec les rayons incidents d'un côté opposé de l'objectif, l'œil droit ne voit que l'image réfractée par le côté gauche de l'objectif, et l'œil gauche ne voit que celle qui est réfractée par le côté droit de l'objectif. Telle est la vraie cause de la production de deux images de perspectives différentes, qui quoique superposées sur la glace dépolie, ne sont pas visibles aux deux yeux à la fois.

§ 15.

Théorie de la vision binoculaire basée sur le plissement de la rétine.— Pôle rétinien. — Adaptation en ce sens. — Comparaison de la vision stéréoscopique à la vision binoculaire réelle. — Action du muscle tenseur de la choroïde. — Adaptation transversale.

Il n'est pas possible de faire une étude approfondie des théories diverses de la vision binoculaire, sans citer les recherches si intéressantes sur le mécanisme de la production du relief dans la vision binoculaire par le docteur Giraud Teulon.

Cette théorie des plus ingénieuses repose sur l'hypothèse du plissement de la membrane rétinienne pour l'adaptation des images similaires. Il est évident que si l'on croit à la superposition d'un seul coup d'images rétiniennes d'une certaine étendue, l'explication du docteur serait commandée par la nécessité du raisonnement. Mais, si comme on doit le supposer, et comme

les expériences dont nous avons parlé (page 89), en étudiant la théorie de M. Tindall, le font pressentir, la superposition des images rétiniennes n'a lieu que successivement, point à point, et par un mouvement de procession très-rapide, nous serons loin d'accepter l'ingénieuse théorie contenue dans le mémoire du docteur.

Si l'on empruntait les notations géographiques, on pourrait appeler pôle harmonique le point-milieu de tous ces homologues, et formuler la loi précédente en disant que tous les points harmoniques ont même latitude inférieure ou supérieure dans les deux yeux, et même longitude droite ou gauche.

Pour tout objet à distance finie, les axes optiques harmoniques sont nécessairement convergents. Le pôle ou centre rétinien est donc habituellement placé un peu en dehors du plan vertical antéro-postérieur passant par le centre du cristallin. D'autre part, le *punctum cæcum* de Mariotte est, au contraire, en-dedans de ce plan. Dans la vision binoculaire, un point quelconque ne sera donc jamais entièrement caché, les deux points aveugles ne pouvant être harmoniques puisqu'ils ne sont pas homologues.

Cette détermination très-rationnelle de l'impression unique dans la vision binoculaire, connue sous le titre de principe des points identiques, semble pourtant moins absolue que l'énoncé précédent ne le comporte. Elle offre les exceptions suivantes signalées par Wheatstone,

et qui ont jusqu'ici empêché qu'elle ne fût admise à titre de loi réelle incontestable.

Premier fait : deux droites parallèles verticales, de même longueur, sont tracées sur un carton pour être vues par un œil ; — deux autres droites toutes semblables, mais un peu plus écartées, sans sortir cependant de certaines limites de voisinage, dessinées sur le même carton, sont placées devant l'autre œil. Les deux paires de lignes sont alors séparées par un diaphragme vertical.

Si maintenant on les considère comme dans l'usage du stéréoscope, soit avec un appareil de ce genre, soit avec une carte percée de deux trous d'épingle devant chaque pupille, on observe qu'un léger effort d'attention permet de les amener à superposition parfaite.

Ce phénomène semble absolument incompatible avec la théorie des points harmoniques, et c'est lui qui en a fait repousser jusqu'ici l'adoption unanime. Il nous offre en effet un exemple d'une concordance harmonique incontestable de points qui ne peuvent être homologues, au moins dans les hypothèses ordinaires : car, si deux points sont harmoniques deux à deux, c'est qu'ils comprennent entre eux des axes rétiniens égaux, sans cela ils ne seraient pas homologues. Or, comment deux lignes, placées à la même distance des yeux, mais inégalement exposées à droite et à gauche, pourraient-elles intercepter sur la rétine des axes égaux?

Cela est inconcevable effectivement dans les idées reçues et naturelles qui conçoivent, dans les rétines, des surfaces fixes, incompressibles et inextensibles en quelque sens que ce soit, en un mot inaltérables dans la situation relative de leurs points. Mais cela ne l'est plus, si l'on s'écarte de cette hypothèse.

Car, imaginons qu'un petit effort d'adaptation (nous chercherons tout-à-l'heure en quoi consiste cet effort et comment il se produit) fasse intercepter sous ces faisceaux lumineux, comprenant des écartements angulaires différents, des portions égales des deux rétines, en distendant partiellement l'une, en resserrant, plissant l'autre, cette première difficulté sera écartée. L'harmonie dès lors sera produite, puisque les faisceaux lumineux similaires viennent rencontrer des points homologues.

Mais cette double modification, et c'est un point notable, devra, en même temps, être suivie d'une sensation d'écartement antéro-postérieure des lignes considérées : car si le plissement de la rétine d'un côté a ramené un point de sa surface de *dedans en dehors*, par rapport au pôle harmonique, la sensation imprimée au cerveau par le mouvement de ce point aura dû être celle même qu'eût déterminé le mouvement du point lumineux s'il se fût éloigné de l'œil.

Inversement, la distension synergique opérée dans l'autre œil aura produit l'effet contraire, une sensation

de rapprochement de la part du point lumineux observé.

Or, cette solution, en apparence hypothétique, est fort loin d'être imaginaire. Dans l'expérience relatée ci-dessus, au moment où s'opère la fusion des deux paires de lignes, l'une des lignes fusionnées paraît s'éloigner de l'œil, l'autre s'en rapprocher.

Deuxième fait : Au lieu des groupes de deux lignes de l'exemple précédent, prenons des groupes de trois lignes : les deux extrêmes étant à égale distance entre elles, la troisième ou intermédiaire, plus près à gauche de celle de gauche, et à droite de celle de droite, les inégalités étant d'ailleurs les mêmes.

Ces deux groupes de trois lignes présentent à la vue un phénomène aussi curieux que le précédent. Elles arrivent aussi à se fusionner, malgré l'inégalité des écartements angulaires des faisceaux lumineux disposés, à droite et à gauche, dans un ordre réciproquement inverse.

Comme dans le cas précédent, il est nécessaire que des axes rétiniens naturellement inégaux soient réservés ou distendus, entre deux points fixes homologues, de façon à faire tomber sous les faisceaux similaires intermédiaires, des points homologues. Si notre point de vue est exact, cette modification devra être accompagnée d'une sensation d'éloignement ou de rapprochement des points ainsi fusionnés; car les mouvements du point

médian de l'arc rétinien devront être exécutés dans les deux yeux à la fois, ou de dedans en dehors, ou de dehors en dedans, par rapport à des points qui demeurent fixes.

Il en est effectivement ainsi, les deux groupes placés devant chaque œil présentent à l'esprit, au moment de la fusion, l'image d'un prisme triangulaire vertical, ayant son arête médiane, suivant les cas, ou en avant ou en arrière du plan du dessin.

Notre hypothèse a donc là un fait bien important pour la justifier.

Ce que nous venons de constater dans le stéréoscope, ou au moyen de la carte percée, ne diffère aucunement de ce qui se passe dans l'acte de la vision binoculaire réelle.

Les images qui ont servi aux deux expériences ci-dessus de Wheatstone, que sont-elles, si ce n'est les traces mêmes sur le plan de la perspective parallèle à l'observateur : 1° des plans verticaux passant par chaque œil, et deux droites verticales prises dans l'espace à des distances inégales de l'œil ; de ces mêmes plans verticaux passant par chaque œil et les arêtes d'un prisme solide, placé devant les yeux, dans le 2e exemple?

Nous ne pouvons donc voir les uns autrement que nous verrions les autres; en leur position géométrique relative exacte, les images nous cacheraient exactement pour chaque œil, les objets réels.

Le même phénomène physiologique, exactement,

s'accomplit donc dans la vision binoculaire réelle, et dans la vision stéréoscopique des traces perspectives des lignes observées; ajoutons que si l'on renverse le sens des figures en transportant l'écartement d'un œil à l'autre, les effets sont renversés : la ligne qui fuyait va avancer, et réciproquement, ce qui confirme encore notre principe, car alors le plissement rétinien doit se pratiquer, dans le second cas, en sens inverse de celui suivi dans le premier cas. Il est d'ailleurs, dans l'exemple du prisme, symétrique dans les deux yeux.

Ces considérations renferment l'explication complète de la production des images converses de M. Wheatstone.

Maintenant il est temps de se demander comment peuvent être produits ces plissements, ces froncements, ces distensions de la rétine, indispensables à admettre, pour expliquer comment se peut opérer « la tendance « naturelle qui existe dans les deux yeux à unir ensem- « ble deux images semblables et à les conserver unies, « pourvu qu'elles ne soient pas trop distantes entre « elles. » (Wheatstone).

Car, tout en reconnaissant l'existence de ce principe, qu'il croyait d'ailleurs en opposition avec celui des points harmoniques, l'auteur anglais n'a pas pénétré plus avant dans le mécanisme qu'il produit.

Or, si la convergence plus ou moins prononcée des axes optiques harmoniques est due à l'action des muscles droits de l'œil, prenant appui sur la ceinture pos-

térieure que fournissent au globe oculaire les muscles obliques, ces axes optiques étant fixés pour une position donnée de l'objet à considérer, l'accommodation transversale de certains point de la rétine, rapprochés ou éloignés de leur pôle harmonique, devra s'opérer par le jeu des muscles, sans action possible sur l'axe même du globe oculaire.

Ces muscles devront donc être intérieurs au globe même de l'œil. Comme d'autre part les effets que nous avons constatés ont été démontrés être absolument indépendants de quelque changement que ce soit, observable dans l'appareil cristallinien antérieur, ces muscles devront être eux-mêmes iudépendants de cet appareil. Qu'on se rappelle que toutes les expériences ont été faites au moyen de la carte percée, qui transformait les yeux en deux chambres obscures sans lentilles.

Or, dans cette condition, nous ne rencontrons dans l'œil que la portion supérieure externe du muscle ciliaire, décrit par Brüke et Bowmann, et nommé par eux, d'après la direction antéro-postérieure et la situation de ses fibres, *muscle tenseur de la choroïde*. En examinant les insertions de ce muscle annulaire, fixé par son bord antérieur à l'union de la sclérotique et de la cornée, et se fondant par son bord postérieur dans la choroïde, en suivant ses fibres dirigées suivant les grands cercles méridiens de l'hémisphère oculaire, on ne peut s'empêcher de lui reconnaître, pour principale

distinction, la tension de la choroïde dans son ensemble ou sur certains méridiens, selon qu'il agit uniformément ou partiellement. Le rôle du muscle tenseur de la choroïde n'est pas une simple induction théorique, quelque frappante et logique qu'elle soit. On peut vérifier cette action par l'application d'un courant d'induction de médiocre intensité aux extrémités d'un des diamètres du cercle ciliaire. Un objet examiné pendant cette application perd de sa netteté dans les régions situées sur ce diamètre et celles immédiatement voisines ; preuve d'un changement dans l'accommodation suivant ce diamètre.

Il est facile, sur ces données, de présenter un tableau précis des différences qui distinguent la vision binoculaire simple, de la vision monoculaire.

On sait d'abord que dans la vision binoculaire réelle, l'œil gauche voit d'un objet placé devant l'observateur un peu plus de la surface de gauche que n'en perçoit l'œil droit, et réciproquement. L'image unique formée doit donc être entourée, sur tout son contour, d'une zone qui n'appartient pour chaque côté qu'à un seul œil, qui est, par conséquent, pour nous servir de l'expression de Léonard de Vinci, semi-lumineuse, ou semi-transparente.

Quant à la partie commune aux deux yeux, la distance réelle de deux quelconques de ses points est vue par les deux yeux, sous des angles différents. Trois points voisins, inégalement distants de l'observateur, constitueront

donc les éléments d'un prisme comme ceux que nous avons étudiés ci-dessus. Tous les points situés d'une façon similaire seront fusionnés sans effort, naturellement ; les points ou les lignes intermédiaires exigeront, au contraire, pour être amenés à fusion, ce travail d'accommodation transversale que nous avons décrit, et qui est dû au muscle tenseur de la choroïde ; travail nécessairement accompagné d'une sensation d'éloignement ou de rapprochement relatif du point lumineux qui en est l'objet.

Ce travail d'adaptation transversale est donc le secret de la vision binoculaire avec sentiment de relief, comme il est celui des effets du stéréoscope qui nécessite sa production au même degré que la vue réelle, comme nous l'avons surabondamment démontré.

Or, ce travail d'adaptation synergique des points harmoniques, et la formation de l'auréole semi-transparente, ne se rencontrant pas dans la vision monoculaire, la différence tient ainsi de la vision réelle et de la vision stéréoscopique. La vision monoculaire ne peut donc procurer un sentiment ou une notion du relief que par un travail d'accommodation antéro-postérieure que l'œil fait successivement pour tous les points d'un objet inégalement distant de lui, et qui l'avertit de leur situation relative. Ce travail qui se fait très-vite, est complété par les notions que fournissent l'habitude, la mémoire, la connaissance préalable de la forme des objets,

les effets de la perspective aérienne et des couleurs.

Des notions exactes sur ces points délicats et inconnus jusqu'ici donnent lieu à des conséquences importantes pour la perfectibilité des sensations fournies par les images photographiques, planes, uniques. Il est clair d'ailleurs qu'elles rendent un compte précis et net de tous les points de la théorie des stéréoscopes, nécessairement incomplète, tant que demeurait obscure la cause même du relief dans la vue binoculaire naturelle.

Nous avons inséré avec plaisir la communication de M. Giraud Teulon, quoique nous soyons loin d'accepter sa théorie. Nous ne croyons nullement à la réalité des plissements de la rétine. Si le savant physiologiste admet leur existence, et s'efforce de les expliquer, c'est qu'il a cru à la superposition d'une seule pièce de lignes d'une certaine étendue, tandis que la superposition n'a lieu que pour des points mis tour à tour au foyer de l'œil par un mouvement de succession très-rapide, comme nous l'avons expliqué avec sir David Brewster.

QUATRIÈME PARTIE

DU MATÉRIEL

§ 1er.

Procédé sec. — Détail des objets nécessaires pour chaque méthode opératoire.

Le matériel!... En écrivant ceci, on est malgré soi reporté à l'embarras qu'il cause en excursion, aux ennuis et aux difficultés sans nombre dont sa possession obligatoire est la source, et aux vœux que tant de fois tous les photographes ont faits pour en être déchargés. Eh bien, le stéréoscopiste, si je puis créer ce mot, est heureux entre tous, car son bagage se réduit à la plus simple expression. S'il n'est pas aussi mince que l'album et le crayon du peintre dessinateur, il n'est pas très-embarrassant.

Si le photographe opère avec le collodion sec, l'albumine, ou leur combinaison, il lui faut emporter :

Une chambre noire à soufflet (*fig.* 39), son objectif simple à trois verres de foyers différents (*fig.* 40, 41, 42), le

pied à tiges rentrantes (*fig.* 43), et la planchette (*fig.* 44 et 45). Ces trois objets vissés et fixés l'un à l'autre se portent comme un bâton sur l'épaule. Il reste en main au voyageur :

Une boîte contenant 25 glaces sensibilisées (*fig.* 48), et deux châssis à changer les glaces en pleine lumière (*fig.* 49), l'un d'eux peut demeurer en action adapté à la boîte, et le second accroché en place à la chambre noire se porte avec elle.

Tout ce bagage pèse 8 kil. 500 gr.

Si au lieu de ce système, le photographe voyageur veut opérer sur le collodion humide instantané, il lui faut :

Une chambre noire à cloison et en bois, vissée sur le même pied que la première, mais sans planchette (*fig.* 51 et suivantes).

Deux objectifs orthoscopiques jumeaux de même foyer 1/4 ou 1/6 (*fig.* 52, 53, 54) (les premiers sont préférables).

Une tente, modèle donné dans l'*art du Photographe* (7e partie, p. 290, 2e édition, fig. 28, 29 et 30).

Une boite de campagne, modèle donné dans le même ouvrage (7e partie, p. 294 et 296, 2e édit., fig. 31 et 32).

Tout ce bagage, y compris les glaces que l'on place dans la boîte de campagne dans le compartiment réservé à côté des cuvettes, et le crochet à dos pour porter le tout plus facilement, pèse environ 15 kilos.

On peut encore se servir du pied à planchette (*fig.* 43) et de deux chambres noires à soufflet (*fig.* 39) ; dans ce cas, on prépare deux glaces et l'on fait deux épreuves à la fois. Pour cela, on change de place les châssis sur chaque chambre quand la première épreuve est impressionnée pour faire la seconde, mais ce système ne peut être adopté quand il s'agit de reproduire des objets mouvants : animaux, groupes, scènes, mer, etc., etc.

Nous allons passer en revue et examiner en détail chacun des objets composant le matériel du voyageur stéréoscopiste, nous suivrons la même marche que dans la nomenclature ci-dessus, en divisant les appareils suivant la nature du procédé.

§ 2.

Procédé sec. — De la chambre noire stéréoscopique monoculaire. — Sa construction. — Manière de s'en servir. — Glace dépolie attenante à la chambre, manière de la remplacer.

Le meuble indispensable, à la construction duquel le photographe ne saurait apporter trop de soin, cette chambre, (*fig.* 39), se compose d'un bâtis solide D S F E, muni de ses barres en-dessous. Les bords D E S F, sont garnis d'une lame de cuivre, sur laquelle s'agrafent les plaques D C, à frottement doux. La chambre proprement dite serait donc indépendante du bâtis, si la vis à tête L ne les reliait solidement. Quand on n'a

pas besoin d'un long tirage du soufflet, on rapproche cette vis en K, et la chambre se trouvant directement au-dessus de l'attache sur la planchette par la vis à écrou H, l'appareil gagne en stabilité.

Le châssis antérieur A D de la chambre à soufflet porte l'objectif simple R, et au moyen d'une coulisse et

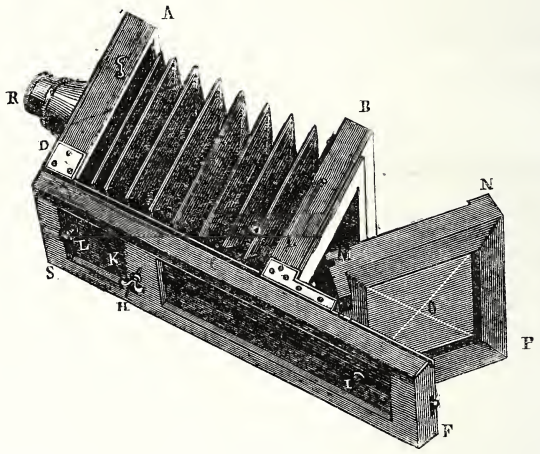


Fig. 39.

de planchettes de rechange, on y adapte tous les objectifs avec lesquels le développement du soufflet permet d'opérer. Nous venons de voir qu'il est fixé au bâtis par ses deux griffes en cuivre dont on voit une en D, et par la vis L ; il est donc parfaitement stable.

Le châssis postérieur B C de la chambre est fixé, lui, au bâtis par deux griffes en cuivre plus longues C Q, et par le bouton de queue I glissant dans une fente G, et servant à rendre immobile le châssis et la glace dépolie

à la distance du foyer de l'objectif. Ce châssis parfaitement fixé ainsi porte en Q, à charnière, un second châssis M N P, qui contient la glace dépolie O; ce châssis s'ouvre suivant la charnière, s'abat sur E F, et laisse entre lui et le bâtis fixe B C, la place de mettre le châssis qui porte la glace sensibilisée.

Des crochets en-dessus et des taquets maintiennent dans une position invariable ce châssis en opération, et les feuillures N, B, L, M, sont calculées de façon que la lumière ne puisse s'introduire quand on démasque la surface sensible.

On comprend facilement l'avantage d'une glace dépolie attenant à la chambre, glace qui se casse beaucoup moins, qu'on n'oublie point et qu'on ne laisse pas tomber. Petites misères, il est vrai, mais qui ont quelquefois causé une perte de temps irrémédiable, et paralysé les meilleures dispositions comme soins et comme opportunité.

A ce propos, nous rappellerons aux amateurs en voyage que dans une semblable circonstance, et alors que ce perfectionnement n'était pas inventé, nous avons été trop heureux d'installer tant bien que mal à la place de notre glace dépolie en mille fragments, un morceau de papier que nous avons huilé à la ferme la plus proche, et qui nous a rendu un éminent service jusqu'à la fin de la journée; alors que nous avons pu, plus à notre aise, substituer à notre glace dépolie absente une partie

d'une glace sensibilisée et vernie avec soin. A ce propos, encore, nous conseillerons au voyageur de trouver un coin dans son bagage pour loger une glace dépolie de rechange et du papier gommé comme celui des timbres-postes. Il faut choisir du papier noir opaque. Il serait impossible d'énumérer les mille et un services qu'il rend dans tous les petits accidents du voyage photographique.

§ 3.

Objectif simple. — Différentes constructions. — Du choix de cet instrument. — Du fouillé.

Cette forme d'objectif, quoiqu'elle manque de crémaillère, m'a toujours semblé la meilleure, surtout en y

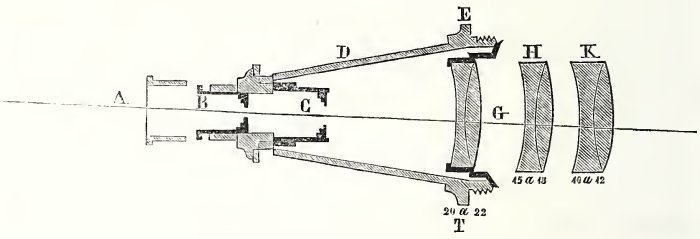


Fig. 40.

faisant ajuster la combinaison de diaphragmes que nous décrirons plus loin.

A est l'obturateur.

B est une espèce de chambre à diaphragmes retenus par une bague. La même bague et les mêmes diaphrag-

mes sont à l'autre bout C, et voici pourquoi : nous avons 3 lentilles de foyers différents à mettre à volonté sur la même monture. Or, la lentille à foyer K K = 20° — 25° ayant son diaphragme en B, donnera une image très-nette, mais si nous lui substituons en E T la lentille G de 10°—12°, celle-ci ne donnera pas une image nette, parce que le diaphragme en B étant trop éloigné sera sans effet sur son foyer. Il faut donc pouvoir le rapprocher ; en le mettant en C, l'effet est produit. Comme il existe 3 ou 4 diaphragmes, on peut toujours les combiner de façon à obtenir le maximum de finesse de l'objectif.

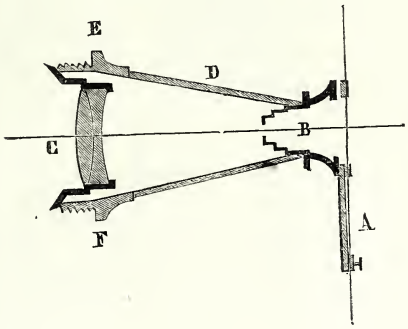


Fig. 41.

En E T se vissent *ad libitum* les 3 lentilles achromatiques figurées en G, H, K ; elles portent chacune une monture pareille allant toutes au pas de vis E T.

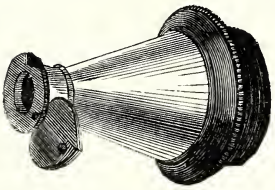


Fig. 42.

Il importe beaucoup pour l'obtention des épreuves stéréoscopiques d'apporter le plus grand soin dans le choix des objectifs que l'on veut employer. Il faut des verres qui fouillent les profondeurs. Cette qualité dont on peut définir le produit ne se re-

connaît presque jamais à la vue simple, il faut faire plusieurs épreuves, dans des circonstances appropriées, pour se rendre compte de la valeur des lentilles sous ce point de vue capital. Il faut aussi dans l'estimation de cette qualité se souvenir du foyer de l'objectif en expérience, du temps de pose et de la lumière ambiante.

Pourquoi toutes les lentilles ne fouillent-elles pas également? On n'en sait rien, cela peut tenir autant au poli des surfaces, qu'à la transparence et à la pureté de la matière qui compose le système, et cependant un ensemble de lentilles fait avec tout le soin possible ne sera pas toujours celui qui présentera au plus haut degré cette qualité précieuse.

§ 4.

Le pied à tiges rentrantes. — Sa construction. — Son usage.

Ce pied, extrêmement léger et portatif, ne comporte une fois fermé que 67 centimètres de long; déployé, il est assez élevé pour amener sans fatigue la chambre noire à peu près à hauteur des yeux de l'opérateur. La fig. 43 dispense d'en donner une explication détaillée. Entre les pieds, est la vis de pression, qui maintient la

noix, et par suite, la planchette à laquelle elle est vissée, dans la position nécessaire pour faire coïncider un point choisi du paysage avec les divisions diagonales tracées sur la glace dépolie de la chambre noire. On voit aux deux bouts de la planchette, l'extrémité des guides ou règles qui se fixent avec leur vis à écrou, et contre lesquels la chambre noire vient s'appuyer en glissant le long de la planchette dans la rainure à jour M N qui y est pratiquée (*fig.* 44), et dans laquelle rainure est maintenue et rendue libre à volonté par son écrou la vis H (*fig.* 39).

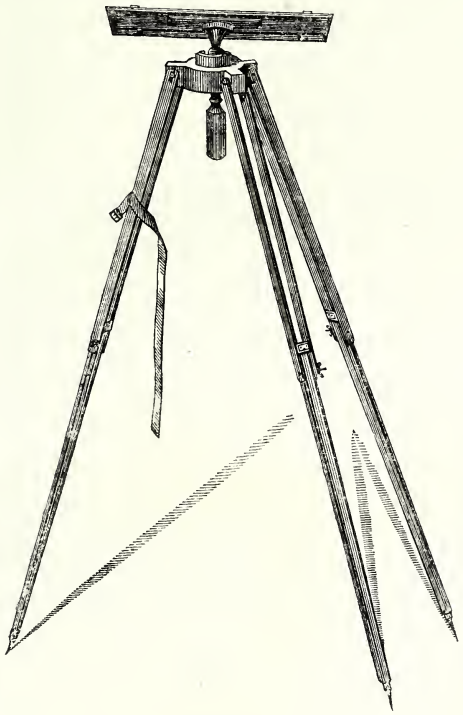


Fig. 43.

En B (*fig.* 43) est une courroie fixée sur un des montants du pied et servant, quand il est ployé, à l'empêcher de s'ouvrir. Lorsqu'on finit le paquetage, on dévisse la planchette et on la glisse entre les trois pieds, la cour-

roie serrant le tout la maintient, et ne forme qu'un paquet portatif.

§ 5.

De la planchette stéréoscopique. — Sa description. — Du niveau à bulle d'air. — Manière de disposer cette partie de l'instrument.

C'est la partie de l'instrument la plus simple en apparence, et celle dont il est le plus difficile de se bien servir. Grâce aux perfectionnements que nous lui avons fait subir, elle remplit mieux et plus facilement le but pour lequel elle est construite.

La planchette M N ajustée sur le trépied doit remplir plusieurs conditions essentielles de position, si l'opérateur veut que l'image obtenue ne présente aucune déformation.

Il faut :

1° Que sa surface supérieure soit horizontale ;

2° Que la ligne M, H′ N que j'appellerai son arête intérieure par rapport à l'objet P à reproduire, soit parallèle au plan vertical passant par cet objet ;

3° Que la perpendiculaire P H abaissée du centre P de l'objet à reproduire, divise en deux parties égales O H′ = H′ O′ la distance O O′ des deux objectifs.

Étudions maintenant la raison d'être de ces trois conditions.

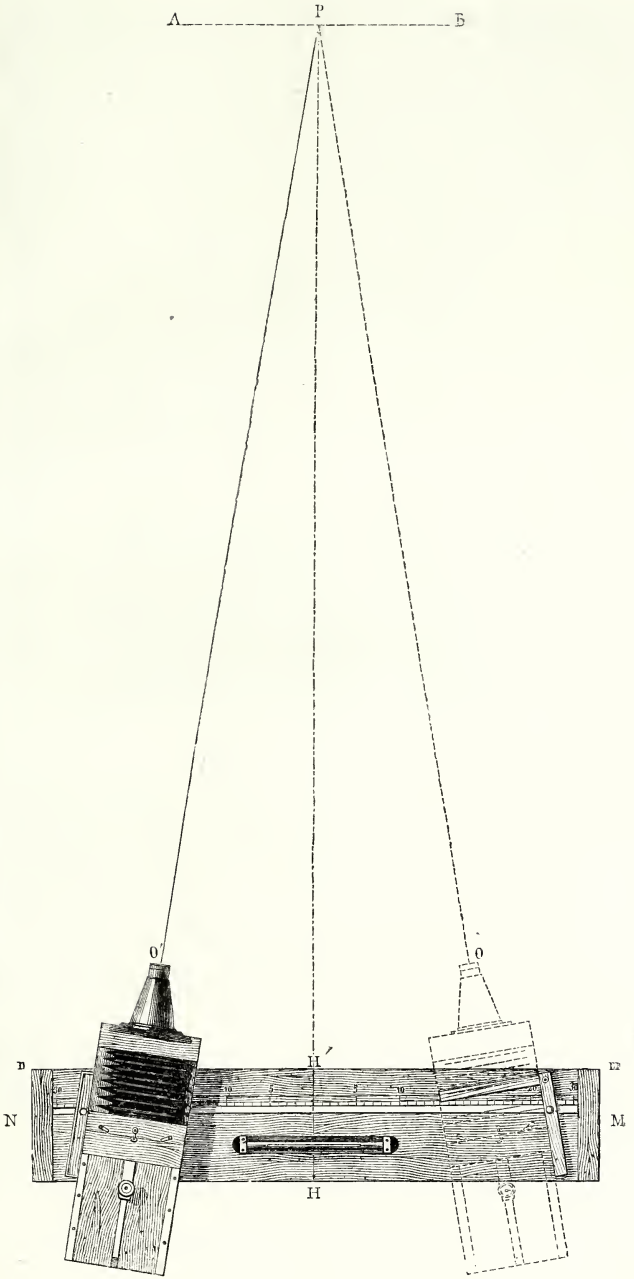


Fig 44

1° La surface supérieure sera horizontale. Dans toute planchette faite avec soin, on devrait ménager en N (*fig.* 45) une petite cavité qui recevrait un niveau à bulle d'air ; on le choisira à vis calantes, afin de régler son action sur la déformation qu'en route la température peut imprimer à la planchette. En effet la construction de cette planchette en bois mince et léger (1 centim. environ) et surtout la fente ou coulisse de $0^m,004$ millimètres, qui règne dans toute sa longueur, tendent à la faire se voiler. On y remédie par des emboîtures en chêne ou autre bois dur, mais dont l'action ne suffit pas toujours.

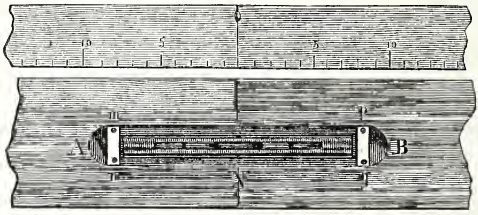


Fig. 45.

A B, cavité oblongue creusée dans la planchette dont on laisse cette partie plus épaisse à dessein ; *m n*, p q, armatures en cuivre portant les vis calantes du niveau.

N, niveau à bulle d'air dont l'épaisseur affleure sur la face de la planchette ; le niveau de 15 centimètres de long est suffisant.

La planchette étant horizontale, la glace dépolie de la chambre noire se présente avec des côtés verticaux et par conséquent parallèles aux arêtes de la plupart des

objets saillants de la nature; on obtient donc une épreuve régulièrement comprise dans la glace, et dont il est plus facile de faire coïncider les lignes avec celles en carreaux tracées à la surface de cette glace. Cette épreuve en outre est plus facile par la suite à monter sur le carton Bristol, parce que les lignes bien perpendiculaires entre elles des contours et des objets, guident l'ouvrier, et l'empêchent de pencher en découpant l'une ou l'autre des images.

2° L'arête *m* H′ *n* (*fig. 44*) doit être parallèle au plan vertical A B passant par les points principaux, ou la façade dé l'objet P à reproduire.

Cette condition s'explique facilement : si la ligne *m*, *n*, n'était pas parallèle au plan qui contient la ligne A B, les distances P O et P O′ de l'objet aux glaces dépolies mises au foyer des objectifs semblables O et O′, seraient différentes l'une de l'autre. Supposons P O $>$ P O′; quand la glace de l'objectif O′ sera au foyer, il faudra rapprocher la glace de l'objectif O puisque étant plus loin de l'objet, il formera une image plus petite. Les deux épreuves ne seront donc pas de même grandeur, et, vues dans le stéréoscope, elles se superposeront mal. Ce serait revenir à l'inconvénient d'opérer avec deux objectifs dont les distances focales ne seraient pas identiques.

§ 6.

Méthode de déplacement. — Ses inconvénients.

En opérant surtout par la méthode de déplacement avec une seule chambre noire, l'une des images serait *flou*, si l'on ne remettait pas au point après la première partie de l'opération, et ceci fait, cette image serait un peu plus petite ou plus grande, selon que cette station serait plus loin ou plus près du plan A B (*fig. 44*).

Cette cause a toujours suffi pour nous empêcher de comprendre qu'il fût possible d'opérer sûrement et rapidement avec deux pieds portant chacun une chambre noire différente. Il est impossible d'arriver à deux images mathématiquement justes, à moins qu'en visant à vol d'oiseau et sur des plans très-éloignés, la différence d'égalité des stations puisse être négligée : les objets dans ce cas étant pour ainsi dire à l'infini par rapport au foyer de l'objectif.

A quoi sert cette complication? A permettre un écartement indéfini des deux stations? Cet excès ne peut donner que des reliefs forcés comme nous le démontrerons dans la plupart des cas, et d'ailleurs un écart de 0,60 à 0,80 nous a toujours semblé très-suffisant par expérience pour satisfaire les plus difficiles en ce genre.

§ 7.

Troisième condition mathématique. — Usage des équerres mobiles.

Il nous reste à parler de la condition 3e : La perpendiculaire P H abaissée du centre de l'objet à reproduire divise, en deux parties égales O H — O′ H′ (*fig.* 44), la distance des centres des deux objectifs.

Le triangle O P O′ étant isoscèle, la perpendiculaire P H abaissée du sommet P, sur la base 00′ doit partager celle-ci en deux parties égales O H′ = H′ O.

Pour arriver facilement et pratiquement à ce résultat, divisons la planchette M N, en deux parties égales par une ligne H H′ tracée à sa surface perpendiculairement au côté intérieur *mn*. Sur la petite portion en-dedans de la fente ou coulisse, traçons les divisions du mètre jusqu'aux centimètres seulement, et ceci à droite et à gauche de la ligne du centre HH′, comme zéro. Garnissons les points extrêmes H et H′ de cette ligne de deux pinnules à charnières, ou plus simplement de deux repères formés de clous d'acier à têtes coniques très-pointues.

Ceci fait, en nous mettant en station, assurons-nous en rendant demi-libre la boule *b* de la genouillère L (*fig.* 47) d'abord de l'horizontalité approximative de la planchette, au moyen du niveau (*fig.* 44 et 45), et en même temps visons avec les deux repères H H′ le point P

principal de l'objet à reproduire, fixons la rotule B (*fig.* 43); maintenant, calculons par notre habitude la distance approximative H′ P et concluons, soit d'après le tableau (page 180), soit empiriquement, la longueur que nous voulons donner à notre base : soit 30 centimètres; nous écarterons un des objectifs de façon que son centre coïncide avec le 15ᵉ centimètre ; nous mettrons au point, nous porterons l'autre objectif à 15 centimètres, de l'autre côté du zéro, nous mettrons au point et en faisant coïncider la même ligne ou le même point de la glace dépolie avec le même point P choisi, nous serons certains d'avoir des épreuves normalement faites, parce que les angles P O H′ et P O′ H′ étant égaux, notre triangle isoscèle sera construit.

Si nous opérons par déplacement au moyen d'une seule chambre noire, ce seront les équerres mobiles glissant sur la planchette que nous fixerons d'abord aux numéros indiqués, T E (*fig.* 44 et 46).

Pour plus de facilité, on trace d'abord sur la face antérieure de ses chambres noires, la direction d'un fil à plomb passant par le centre de l'objectif monté, c'est l'extrémité de cette ligne que l'on amène en coïncidence avec le centimètre choisi.

Toutes ces précautions un peu minutieuses semblent longues à mettre en pratique, elles ne le sont pas en réalité. Un seul coup d'œil suffit pour chaque. Elles abrègent beaucoup au contraire le travail de tâtonne-

ment auquel on se livre sans elles. Ces précautions ne sont longues qu'à décrire, parce que celui qui les exécute a besoin de bien comprendre pourquoi elles ont été imaginées, et quelle importance elles ont sur la beauté du résultat final.

Pour terminer les réflexions que l'étude de la planchette porte-chambre suggère, il faut remarquer qu'endessous sur la grande partie, est cloué et collé un morceau de bois long de 0,64 centimètres sur 0,15 centi-

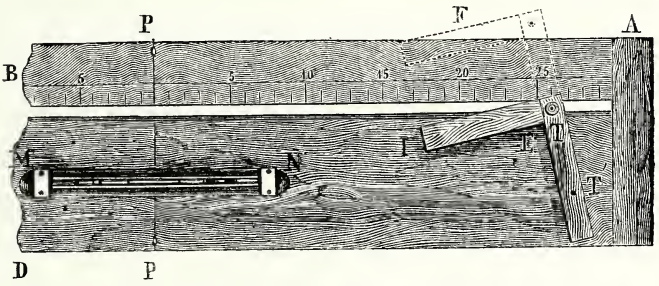


Fig. 46.

mètres de large assez épais pour recevoir la vis de la genouillère. Cette vis doit avoir 4 à 5 centimères de long et être solidement établie. Ce bois qui lui sert ainsi d'écrou et de renforcement de la planchette, empêche qu'elle ne se déforme trop facilement. Voici donc le dessin complet (*fig.* 46), en projection horizontale de cette partie si utile des appareils.

§ 8.

Dimensions exactes, projection et coupe de la planchette stéréoscopique.

Dimensions (*fig.* 46) :

Longueur totale, A B (*id.*).	0^m, 64^c
Largeur, A C (*id.*).	0^m, 15^c
Epaisseur (*fig.* 47).	0^m,015^m
Longueur de la fente (*fig.* 46). . . .	0^m, 61^c
La largeur (*id.*).	0^m,006^m

Equerre E, se posant à volonté, en E ou E′ suivant qu'on place le bouton à oreilles dans le trou T ou T′ ; les positions différentes sont commandées par le plus ou moins de tirage des chambres noires d'après le foyer des divers objectifs dont on se sert.

Avec deux chambres noires, les équerres sont inutiles.

On peut encore supprimer la partie I et ne laisser qu'une simple règle T. T (*fig.* 44), mais dans ce cas, qui est le plus commun, il faut que le dessous de la chambre noire porte aussi une vis, munie de son écrou à oreilles, qui glisse et se fixe dans la fente comme ceux des règles directrices T (*fig.* 47), ce bouton est marqué H dans la fig. 39.

M N, niveau dans la cavité (*fig.* 46) ;

P P′ pointes ou alidades saillantes du milieu de la planchette.

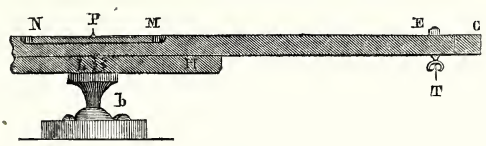
Voici la section verticale de cette même planchette (*fig.* 47).

C coupe de l'emboîture en bois dur, ébène ou autre.

E vis à écrou T, fixant l'equerre ou la règle, régulateur de l'écart de chambre noire.

M N niveau à bulle d'air dans sa cavité.

P repère ou alidade fixe pour viser l'objet central.



Fig, 47.

H pièce de bois clouée et collée en-dessous de la planchette, la renforçant et servant à loger la vis *b*, de la tête ou rotule L de la genouillère du pied.

§ 9.

De la boîte à glaces portative. — Des châssis à changer les glaces en pleine lumière, châssis dits à escamoter. — Description générale de l'appareil.

La boîte à glaces (*fig.* 48), dont nous recommandons l'usage, se compose d'une boîte A B C D Q montée sur taquets C D Q, pour pouvoir être posée sur la terre, même pierreuse, et y garder une assiette stable. Elle se porte par la poignée E; elle est de grandeur à contenir 24 à 25 glaces doubles 1/6 dont on se sert habituellement

pour faire les épreuves stéréoscopiques, mais elle peut être construite pour toute autre grandeur. Les rainures intérieures sont arrondies et évidées, de manière que les glaces ne portent que sur les carrés du verre pour ne pas offenser la couche sensible. Le fond de la boîte C D Q, où retombent les glaces, est garni en caoutchouc à l'intérieur.

G F est un couvercle mobile glissant dans les rainures K L, A B, à frottement doux; pour obtenir cet effet

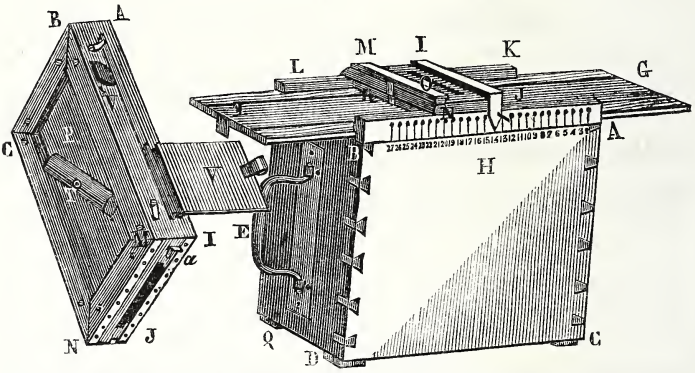


Fig. 49. Fig. 48.

par tous les temps, les bords supérieurs de la boîte, dans la coulisse, sont garnis en drap. Ce couvercle se plie par une charnière en I J; la portion G I J se rabat sur A K C, et s'accroche en-dessous avec un crochet; la partie F I J reste entre les coulisses et ne peut les dépasser à cause d'un arrêt en cuivre F, placé exprès.

La partie I J M N est la plus intéressante de l'appa-

reil. Elle se compose d'une planchette M N fixée sur le couvercle I J F, et glissant avec lui entre les coulisses. Cette planchette porte une ouverture O de la largeur des glaces stéréoscopiques. Un tiroir intérieur la ferme constamment poussé par un ressort; mais, en tirant sur le bouton R, on ramène le tiroir auquel il est attaché, il ouvre alors l'ouverture O, et retombe en vertu du ressort sitôt qu'on le lâche.

A B est une bande de cuivre percée de trous espacés juste comme les glaces à l'intérieur, H est une aiguille pointue portant un trou correspondant à ceux de la bande A B sur laquelle elle glisse en même temps que le couvercle entier. Au-dessous de chaque trou sont des numéros de 1 à 25.

Si, amenant l'aiguille H vis-à-vis d'un des trous, nous l'y arrêtons par une goupille attachée à une petite ficelle après la boîte, nous serons sûrs qu'en ouvrant le ressort R, il passera par l'ouverture O, la glace placée en face du numéro sur lequel l'aiguille est fixée. Lorsque la lumière a agi, on fait rentrer la glace au même endroit, on avance l'aiguille, et par conséquent le châssis G F auquel elle tient, d'un numéro, et l'on sait toujours à un moment donné combien de glaces sont impressionnées et combien il en reste de disponibles.

§ 10.

Manière de changer la glace, la sortir de la boîte et l'introduire dans le châssis.

Il s'agit maintenant de changer la glace en pleine lumière sans danger pour la couche sensible. On y parvient aisément au moyen du châssis à escamoter (*fig.* 49). Ce châssis se compose d'un bâtis analogue à ceux des châssis ordinaires A B C N M I J, présentant du côté de l'intérieur de la chambre noire deux trappes verticales V, V′, dont l'une dans la figure est ouverte et l'autre fermée. On les maintient dans cette dernière fonction au moyen de petits taquets de cuivre placés sur A B I M.

Sur la partie extérieure de ce châssis, est un cadre B C M N, qui permet au volet P de s'élever ou de s'abaisser dans son intérieur parallélement à la surface A I J. Ce mouvement est facilité par deux petits ressorts placés dans l'épaisseur du cadre, et qui repoussent le volet P vers le dehors. T est une bascule tournant autour d'un axe fixé sur le volet P. Elle a une épaisseur calculée de manière qu'en appuyant sur le volet P pour l'enfoncer, et faisant tourner la bascule parallèlement aux côtés M N et B C, cette bascule entre sous l'épaulement du cadre B C M N, et maintient le volet P immobile.

Dans la figure 49 on voit la bascule détournée, le volet

P repoussé par les ressorts, et l'on aperçoit une fente au milieu de la face I J M N. C'est par cette fente qu'on introduit la glace stéréoscopique. Il faut pour cela que le volet P soit desserré comme dans la figure.

La glace étant introduite dans le châssis, si nous tournons la traverse T en l'appuyant sur le volet P, l'ouverture de I J M N se trouvera fermée par un rebord intérieur que porte le volet P. Voyons maintenant l'usage simultané des deux appareils (*fig.* 48 et 49).

Les volets V et V′ du châssis (*fig.* 49) étant fermés et maintenus par leurs taquets, et la boîte à glace étant comme dans la figure 48, on détourne la bascule T pour desserrer le volet P. On place la partie J N du châssis dans la partie J N du couvercle de la boîte, on fait glisser dans cette coulisse la partie I J M N du châssis qui est garnie de deux petits coulisseaux de cuivre, jusqu'à ce que l'arrêt *a* vienne butter contre J N (*fig.* 48). Dans cette position, les deux fentes coïncident, et si plaçant verticalement la boîte au-dessus du châssis, pendant que ces appareils se tiennent, on ouvre le ressort R, une glace, par son propre poids, tombera de la boîte dans le châssis. Vous laissez repartir le ressort R qui ferme la fente du couvercle, vous tournez la bascule T sous le cadre, elle appuie sur la glace intérieure le volet P, et en même temps, elle ferme la fente de I J M N. Vous séparez alors le châssis de la boîte au moyen des

coulisses en cuivre dont il est parlé plus haut en I J et en M N, le châssis est emporté à la chambre noire, et la glace est prête à impressionner.

§ 11.

Rentrer la glace impressionnée du châssis dans la boîte portative.

Cette opération terminée, pour rentrer la glace impressionnée dans la boîte, il faut agir inversement, joindre les deux appareils ensemble, détourner la bascule, pour rendre la glace libre, tourner le châssis verticalement au-dessus de la boîte, ouvrir le ressort R; la glace retombe à sa place, où elle est reçue sans choc par le caoutchouc disposé au fond de la boîte. On fait avancer l'aiguille H et le couvercle G K F d'un numéro, on retourne sans dessus dessous la boîte et son châssis, et on recommence la même série d'opérations.

§ 12.

Procédé humide. — Chambre binoculaire. — Première idée due à M. Brewster. — Avantages pour les épreuves instantanées.

En 1849, sir David Brewster appela chambre binoculaire un instrument propre à faire des portraits stéréoscopiques. Il ne diffère de la chambre photographi-

que ordinaire que parce qu'il porte deux objectifs et deux lentilles par conséquent au lieu d'une. Ces lentilles ont même distance focale et même ouverture (*fig.* 50).

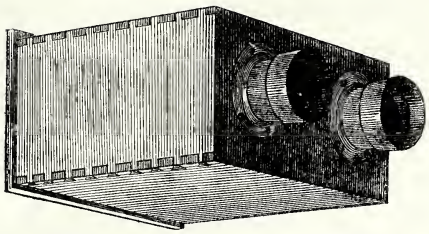


Fig. 50.

Mais comme il est impossible de fabriquer deux lentilles assez exactement pareilles pour remplir ce but, on coupe une grande lentille par le milieu, et des moitiés on fait deux lentilles circulaires. Les opticiens arrivent maintenant au même but en taillant les systèmes convergents des deux objectifs dans les mêmes blocs de crown et de flint glass.

Lorsqu'on prend les moitiés d'une même lentille, il faut les monter avec les diamètres de bisection parallèle l'un à l'autre et verticaux.

M. Brewster décrit encore un moyen très-ingénieux de se servir d'un seul objectif et d'une seule chambre noire pour prendre une vue stéréoscopique. Il est bon d'adapter à la chambre un châssis négatif ordinaire à coulisses pour épreuves stéréoscopiques. Cela fait, voici comment on peut procéder.

On choisit un objectif de 8 à 10 centimètres de diamètre, on découpe un diaphragme en carton noir qui couvre parfaitement la surface de la lentille, on trace

deux diamètres à angle droit sur ce carton. Sur l'un des diamètres et à égale distance du centre, on perce deux ouvertures circulaires de 5 millimètres environ au milieu du rayon. Au moyen du fil à plomb, on place alors parfaitement vertical le diamètre qui ne porte pas d'ouverture, on est certain que la ligne de ces ouvertures est parfaitement horizontale.

Alors fermant l'une des ouvertures, on prend une épreuve par l'autre, puis fermant celle-ci et faisant marcher le châssis à coulisse, on prend la seconde épreuve. Il va sans dire que l'on fera celle de gauche avec l'ouverture droite et réciproquement.

L'avantage énorme que présentent les chambres binoculaires pour prendre les épreuves simultanément, est surtout appréciable lorsqu'il s'agit d'objets en mouvement. C'est même grâce à ce perfectionnement qu'on a pu obtenir les épreuves instantanées de toute espèce. Au lieu de la disposition ci-dessus, on monte deux objectifs jumeaux sur une chambre noire spéciale.

§ 13.

Description détaillée. — Cloison. — Store à ressort.

Cette chambre noire (*fig.* 51.) est à coulisse tout simplement comme on peut le voir en A B C E F, la glace dépolie présente la surface de deux 1/4 accolés. En I J,

se trouve une séparation fixée dans la partie C D F C′ immobile de la chambre noire, une pareille cloison divise la coulisse mobile A B de manière à glisser aisément contre la cloison I J ; ce sont donc en quelque sorte deux petites chambres noires accolées l'une à l'autre et ayant une glace dépolie commune.

En E, sous la chambre, se trouve fixée une pièce de bois portant un écrou dans lequel se visse directement la vis attenante à la boule articulée du pied.

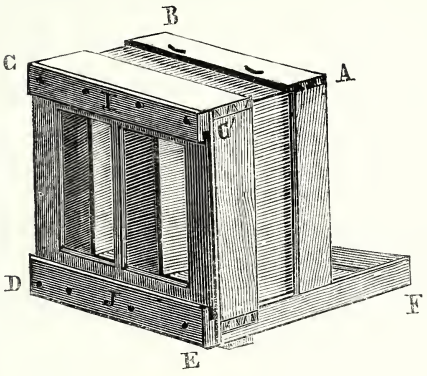


Fig. 51.

La chambre a coulisse étant beaucoup plus embarassante même avec une queue ployante que la chambre noire à soufflet, on a fait un grand nombre d'essais pour réussir une combinaison commode de la cloison nécessaire. C'est là l'écueil, on n'a pas encore réussi parfaitement. Le meilleur moyen peut-être serait d'établir en I J verticalement un petit store à ressort dont le déclic dépasserait en dehors sur la face A B C C′. L'autre extrémité du store étant fixée au chassis porte-glace sur sa partie non mobile, il est évident que dans le mouvement de va et vient, le store se déroulerait quand on reculerait la glace, et lors

qu'on la rapprocherait, il suffirait d'appuyer sur le déclic pour que la cloison s'enroulât d'elle-même sur son axe.

On a pensé également à se servir d'une cloison plissée régulièrement comme l'un des côtés du soufflet de la chambre. La difficulté n'était que déplacée, puisqu'il fallait trouver des guides qui l'empêchassent de se rouler ou de se déplacer lorsqu'on refermait la chambre noire.

En CC′ et en D E sur la face antérieure sont deux coulisses en bois horizontales, dans lesquelle se placent les planchettes des objectifs.

§ 14.

Des objectifs appropriés aux vues instantanées. — Doubles. — Quel foyer. — Orthoscopiques.

La (*fig.* 52.) montre la disposition de deux objectifs doubles 1/4 servant à faire des portraits stéréoscopiques ou des reproductions d'animaux. Le foyer de ces objectifs est d'environ 0, 15ᶜ, les deux objectifs de la figure 53 sont destinés à donner une plus grande rapidité d'impression. Ils sont de grandeur 1/2 diamètre 0ᵐ, 055, doubles et construits avec un foyer de 0, 10ᶜ. Leur grand pouvoir centrali-

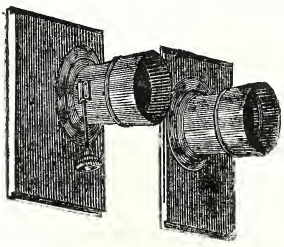


Fig. 52.

sateur et la quantité de lumière quatre fois plus considérable qu'ils admettent les rendent précieux pour reproduire les marines et objets en mouvement. Pour les monter de façon que les images puissent être comprises dans la dimension ordinaire des glaces stéréoscopiques, 0,085 + 0,175, il faut les juxtaposer complétement, et dans ce cas, les rondelles doivent être entaillées par une section commune. Des objectifs d'un diamètre plus considérable, ne pourraient pas être employés sans augmenter la grandeur de la glace et par suite celle de tout l'appareil. Nous avons dit plus haut que celui-ci était un double quart.

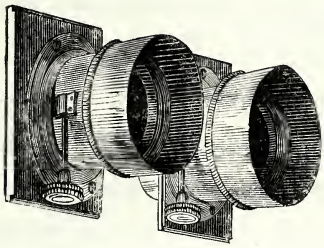


Fig. 53.

Avec des objectifs dont le foyer ne dépasse pas $0^{m},16^{c}$ le tirage de cette chambre noire suffit. Lorsqu'on se sert d'objectifs orthoscopiques dont le foyer est de $0^{m}30$ à $0^{m}35$, pour des quarts, on ajoute, en avant de la chambre, une rallonge (*fig.* 52) qui se place dans les coulisses des planchettes à objectifs. Cette allonge est elle-même munie à l'intérieur d'une cloison qui continue celle de la chambre.

§ 15.

Appareil spécial pour obtenir les épreuves instantanées, allonge à volet mû par la pesanteur. — Manière de s'en servir.

La chambre noire portant ses deux objectifs donbles ou orthoscopiques, propres à opérer avec un très-eourt temps de pose, il est important pour avoir une image nette des objets en mouvement de donner et de retirer accès à la lumière avec une très-grande rapidité. S'il ne s'agissait que d'un seul objectif à obturer, le problême serait très-facile et a été résolu au moyen de disques excentriques à détente.

Pour deux objectifs accolés le mécanisme se compliquerait encore, et il faut se souvenir que la simplicité et une facile réparation doivent être exigées des appareils à emporter en campagne. En voici un qui remplit une partie des conditions demandées.

A l'avant (*fig.* 54) de la chambre noire se place une allonge extérieure assez grande pour que sa profondeur permette aux objectifs un mouvement d'allongement suffisant pour mettre au point.

Sur le côté, en face du spectateur (*fig.* 54) et sur celui qui est opposé sont ménagées des ouvertures pour faire mouvoir le bouton de la crémaillère des objectifs. Comme cette crémaillère ne sert qu'à parfaire réunir la mise au point, que l'on commence avec la coulisse

portant la glace dépolie, le mouvement à lui imprimer est toujours peu considérable. La partie antérieure de cette allonge est une trappe mobile, pouvant glisser aisément entre deux rainures verticales, cette trappe se compose de deux parties articulées à charnières, et se ployant d'avant en arrière.

Dans la figure 54, la trappe, qui a été enlevée en entier pour mettre au point, est maintenant replacée et

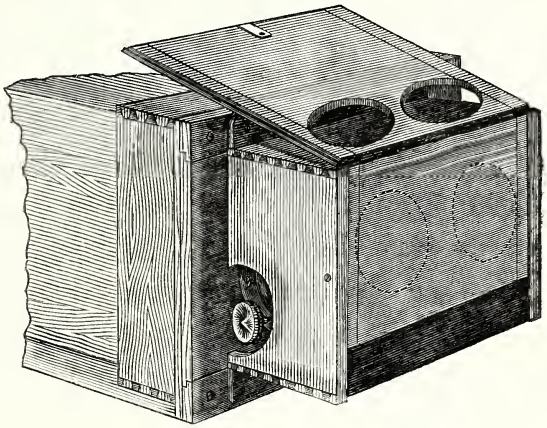


Fig. 54.

servant alors d'obturateur commun, elle ferme accès à la lumière dans les deux objectifs dont on voit les ouvertures indiquées en lignes ponctuées. C'est pendant cette position qu'on ouvre le volet du châssis à collodion.

Au moment où l'on veut prendre l'épreuve, on relève verticalement avec le doigt la partie du volet ployée sur l'allonge, la pesanteur agit, et la trappe tombe brusquement comme on le voit dans la figure 55.

Un arrêt la retient dans sa chute. Dans cette seconde position, elle sert encore d'obturateur aux deux objectifs, et l'on peut refermer le châssis qui contient alors l'image. Il est évident que la trappe portant deux ouvertures qui ont passé simultanément devant les objectifs, les a découverts et fermés dans un temps très-court et pour ainsi dire instantané.

Remarquons que dans cette chute de haut en bas, toutes les parties de l'image émettent des rayons pendant un temps égal : or le pouvoir actinique de ces différentes parties est bien différent, et dans un paysage il vaudrait mieux que le ciel fût découvert un temps moins long que les terrains dont le pouvoir éclairant est très-minime.

On peut obtenir cet effet avec la disposition suivante : au lieu de passer dans des rainures verticales, comme dans les figures 54 et 55, le volet est plein et tourne en haut de l'allonge autour d'un axe horizontal ; au milieu du côté inférieur s'attache une lanière de caoutchouc fixée au-dessous de la chambre noire. Sur l'arête supérieure de la coulisse horizontale du haut de la chambre noire se place un petit rouleau en cuivre très-mobile sur un axe, analogue à une bobine ; au même arrêt que le caoutchouc on attache une corde fine qui s'enroule une fois sur la bobine et se rend dans la main de l'opérateur. La partie intérieure du volet est munie d'un coussin élastique frappant sur les bords ou sur

deux petits arrêts latéraux, ou sur une bande de caoutchouc et interdisant tout accès à la lumière quand le volet est abattu.

Supposons l'appareil mis au point, le châssis à collodion ouvert, si l'on tire brusquement la ficelle, la

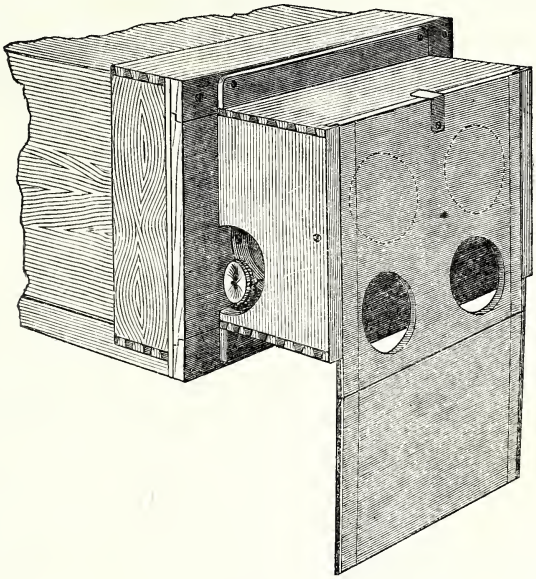


Fig. 5ᵉ.

trappe pivotera sur son axe en se relevant, démasquera les objectifs et sera ramenée dans sa position première par l'élasticité de la bande en caoutchouc attachée au-dessous de la chambre, bande qui en se déployant s'appuie entre les deux objectifs et ne les masque pas. Pendant ce mouvement, les terrains produiront leur impression les premiers, le ciel ensuite pendant un temps

très-court, et les terrains enfin jusqu'au retour de la trappe à sa place primitive.

Cette disposition donne des épreuves d'un effet plus homogène. Il faut avoir soin lorsqu'on l'adapte à sa chambre, de donner une assiette très-solide au trépied qui supporte le tout ; il est même bon, de la main qui reste libre, d'assurer lastabilité de l'appareil, car dans un mouvement mal combiné, les trépidations sont à craindre.

§ 16.

Objectifs orthoscopiques. — Description détaillée. — Leurs avantages. — Leurs inconvénients.

ὀρθὸς σκοπέιν, *voir sans déformation.*

Tel est le nom imposé par M. Voigtlander à un objectif construit (*fig.* 56) par lui, depuis une quinzaine d'années, d'après des données mathématiques fournies par M. Petzvald. Cet objectif trop longtemps laissé de côté, mérite cependant de fixer l'attention par les admirables produits qu'il donne, et par sa grande rapidité. Appliqué à l'obtention des épreuves instantanées stéréoscopiques, il est supérieur à tous les autres.

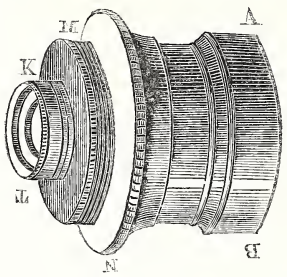


Fig. 56.

Cet objectif est à 3 lentilles : La première C D antérieure (*fig.* 57) est convexe, formée de deux verres flint et crown achromatiques et aussi parfaite que possible. Elle est la même que celle qui occupe la place antérieure dans les objetifs doubles du même constructeur. La seconde G H est concave ou formée d'un seul ménisque divergent. La troisième J J est convexe et d'un rayon plus court. Ces trois lentilles sont très-rapprochées l'une de l'autre, la lentille concave G H formant par rapport au système C D l'office d'un diaphragme naturel. Un premier diaphragme à large ouverture E F, est fixé à demeure derrière la première lentille; en arrière de la troisième J J, se placent dans une espèce de boîte ménagée, une série de diaphragmes très-petits, maintenus par une bague K L. La partie M N est une vis, par laquelle l'objectif se fixe sur sa rondelle.

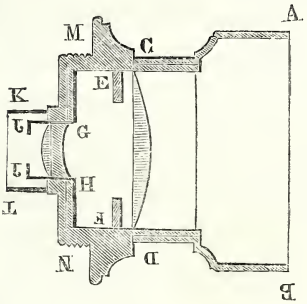


Fig. 57.

Ce système optique présente l'avantage de donner avec une ouverture relativement petite des images d'un diamètre très-grand, et surtout éclairées par une lumière très-uniforme, et complétement homogène.

Les diaphragmes postérieurs à très-petite ouverture dont on peut se servir, réduisent énormément la proportion de lumière admise. C'est un inconvénient qui

augmente la durée de la pose en la compensant par une netteté parfaite.

Employée aux reproductions, cette seconde qualité est seule à considérer, mais quand on se sert des objectifs pour la prise des vues instantanées, il faut ôter tous les diaphragmes de K L, ne conserver que cette bague, et grâce à la pureté de la matière, à la petite dimension des épreuves stéréoscopiques, on obtient encore une finesse très-remarquable.

En comparant ces objectifs à ceux dits simples qui servent à faire les épreuves ordinaires de paysage, on reconnaît un grand avantage aux premiers, car l'aberration commence beaucoup plus loin de l'axe que dans les seconds ; ce qui prouve que pour obtenir la même netteté, l'objectif orthoscopique peut supporter une ouverture à peu près double en surface de celle qu'on serait forcé de donner à l'objectif simple.

On voit donc là l'explication de leur grande rapidité, surtout avec les courts foyers, pour les images des objets placés à l'extérieur ou à quelque distance.

Les objectifs dont nous nous servons pour les épreuves stéréoscopiques, sont de grandeur 1/4 et ont de 0,30 à 0,35^{c} de foyer.

CINQUIÈME PARTIE

DE LA MÉTHODE

POUR PRODUIRE LES ÉPREUVES STÉRÉOSCOPIQUES PAR LA PHOTOGRAPHIE.

§ 1er.

De l'écartement des chambres noires.

Nous avons reconnu et démontré dans les parties précédentes de cet ouvrage un principe fondamental dans la matière qui nous occupe, c'est que la sensation complète du relief et de la distance relative des objets extérieurs n'existe pour nous que par le fait de la vision binoculaire, cette sensation étant acquise à l'intelligence au moyen des rayons lumineux partis des objets et qui forment en arrivant aux yeux les deux côtés d'un angle variable avec la distance, plus grand quand ils sont près, plus petit quand ils sont loin. La base du triangle ainsi formé étant l'écartement naturel de nos yeux, c'est-à-dire une ligne de 6 à 7 centimètres, la valeur de l'angle opposé ne peut jamais être très-considé-

rable, même pour les rapprochements les plus grands, et dans ce cas l'effort pénible des organes nous avertit que nous outre-passons les limites naturelles.

Ici s'ouvre une discussion qui a profondément divisé les opérateurs, et dont la solution est plus spécieuse que vraiment utile. Doit-on pour obtenir les deux images photographiques de l'objet, prendre pour écartement constant et invariable des stations, une distance égale à l'écartement moyen des deux yeux? Ou doit-on, en conservant à l'angle optique une valeur sensiblement égale, faire varier la grandeur de la base de l'écartement des stations d'une manière proportionnelle à la hauteur du triangle, ou distance des objets?

Parmi les raisons alléguées pour ou contre, quelques-unes de part et d'autre sont bonnes et nous ferons de l'éclectisme en disant que les deux méthodes dans une certaine limite doivent être employées, mais ni l'une ni l'autre absolument.

Vouloir prendre constamment pour base du triangle stéréoscopique la distance moyenne des deux yeux semble rationnel, tant que nous restons dans la limite de distance à laquelle nos yeux voient encore du relief, car, il ne faut pas s'y tromper, la base du triangle stéréoscopique de nos yeux est tellement faible, proportionnellement à la hauteur qu'à une distance assez médiocre, l'angle au sommet est égal à 0, les lignes semblent parallèles, et le relief n'existe plus.

En dominant un panorama du haut d'un point élevé, regardant les objets de l'horizon et dépouillant l'habitude que nous avons de les *savoir* en relief, on s'aperçoit bien vîte que la sensation qu'ils font éprouver à notre cerveau est celle d'une découpure et non d'un objet solide à trois dimensions.

Il suffit pour rendre cet effet sensible d'isoler les uns des autres par un moyen mécanique les premiers des derniers plans du panorama.

Si au lieu de dominer sur un point élevé les objets, ceux-ci sont à peu près au même niveau que l'observateur, la distance à laquelle la vue stéréoscopique cesse, ne s'étend guère au delà de quelques centaines de mètres. Examinons donc si nous augmentons l'écartement des deux stations, ou ce qui revient au même, la valeur de l'angle optique, le phénomène qui se présentera.

Si les images contiennent en même temps des plans rapprochés et des plans éloignés, la superposition des deux images deviendra impossible pour les deux plans simultanément.

Si nous arrivons à superposer les plans extrêmes, les premiers se dédoubleront, et si nous superposons ceux-ci, nous aurons une perception confuse de ceux-là. C'est précisément le phénomène des deux tiges espacées rapporté dans l'expérience de la première partie, page 10.

Il est donc évident qu'avec un angle très-petit nous

superposerons avec relief les premiers plans, et nous n'aurons aucun sentiment stéréoscopique pour les derniers; qu'avec un angle trop grand la vision stéréoscopique sera impossible.

En définitive, que demande-t-on? un relief suffisant et plausible qui donne à l'imagination une idée exacte, autant que faire se peut, des objets extérieurs, et suffisant surtout pour que à l'aide de l'instrument stéréoscopique, les détails soient parfaitement perçus. Il y a donc lieu de distinguer entre la reproduction stéréoscopique des objets près et des objets loin. Dans les premiers rentrent les portraits et reproductions d'objets que j'appellerai *mobiles*, en raison de leur déplacement possible. C'est surtout pour cette classe d'images qu'il faut se garder de l'exagération du relief: presque toujours pour eux, un écartement des chambres de 7 à 15 centimètres sera suffisant. Un plus grand écartement donnerait lieu à ces anomalies bizarres de statues ou de personnes à bras en avant aussi longs que le corps, et autres monstruosités tout aussi ridicules et d'autant plus saillantes pour l'œil que ce n'est pas le rapport de plusieurs objets qui est changé, mais le rapport des parties d'un même objet.

§ 2.

Discussion du principe. — Angle très-petit. — Relief suffisant.

Nous disons donc que dans les cas d'une vue d'objets très-éloignés, il faut augmenter proportionnellement l'écart des stations de chaque image. Dans ce cas, en effet, l'angle optique (*fig.* 35), n'ayant qu'une valeur presque nulle, l'effet stéréoscopique n'est pas appréciable; il faudra donc augmenter la base de station afin de donner à cet angle la valeur qu'il possède pour les objets plus rapprochés dont nous percevons le relief. Ainsi il ne faut pas nous dissimuler que nous avons dans ce cas une perspective qui est fausse tout en demeurant agréable à l'œil et non exagérée : mais il faut en user, puisqu'il n'existe pas d'autre moyen en définitive de faire différer une image stéréoscopique d'une image plane, que de lui donner le relief optique.

Examinons cependant théoriquement en quoi notre épreuve manque de vérité. Les objets des premiers plans sembleront à cause de leur très-grand relief, très-rapprochés de l'observateur. Mais, en même temps, comme leurs dimensions restreintes en hauteur et en largeur démasqueront trop les objets derrière eux, qu'ils devraient cacher s'ils étaient à la place qu'ils paraissent, ils sembleront éloignés, c'est-à-dire rapetissés. L'observateur

attentif se trouvera donc entre deux alternatives : ou de suivre son jugement qui l'empêche d'assigner une véritable place proportionnelle à ces objets et lui fait éprouver une gêne intellectuelle instinctive ; ou de suivre son impression qui lui fait voir en très-petit des objets dont l'usage habituel de la vue lui rend les dimensions familières.

Sans doute un panorama est impossible à reproduire stéréoscopiquement sans un écartement considérable des stations optiques, mais pour les yeux, il produit dans le stéréoscope l'effet d'un paysage vu à travers une lunette à l'envers. Les maisons et les arbres ont l'air de villages de Lilliputiens. La grande hauteur nécessaire du point de vue est une cause atténuante de cet effet choquant pour plusieurs de ces vues, parce que les objets des premiers plans sont vus en plongeant, ce qui empêche de moins bien juger leurs dimensions, et ce qui fait qu'ils masquent moins d'objets derrière eux. Mais le plus grand défaut de ces vues, c'est qu'elles manquent absolument de premier plan ; vous les voyez comme placées en ballon et hors du contact des choses de la terre : cet aspect étonne par son étrangeté et dans l'ordinaire de la vie nous n'y sommes pas habitués.

Il faut tenir compte enfin dans l'application de ces règles, que pour des objets d'uniforme grandeur et de grandeur connue, la sensation du relief nous peut être en partie donnée par les règles de la perspective qui

nous fait voir, les plus grands plus près, et les plus petits plus loin.

L'effet des prismes lentilles stéréoscopiques pouvant être un effet de rapprochement, il faut tenir compte de leur pouvoir dans ce sens.

§ 3.

Système optique plus puissant que les yeux.

En définitive, un système optique qui nous fait voir dans un objet placé hors de la vue distincte, des détails que notre œil ne perçoit plus, le rapproche pour nous, mais ce n'est qu'un effet de grossissement. Supposons que nous voulions voir un objet placé à 1 kilomètre comme s'il n'était qu'à 25 mètres de notre œil, nous obtiendrons ce résultat en le regardant au moyen d'une lunette suffisante pour produire un grossissement de 40 fois le diamètre de l'objet. Mais si, non content de voir l'objet agrandi ou rapproché de nous en hauteur et en largeur (l'x et l'y de la géométrie à trois dimensions), nous voulons le voir agrandi ou rapproché de la même quantité suivant son épaisseur (le z de la géométrie dans l'espace), il est évident qu'il faudra rendre aussi 40 fois plus grande la distance des deux stations ou l'écartement des deux chambres noires, ce qui le porterait à 2 mètres 60 centimètres; dans ce cas, la vision simultanée binoculaire donnera un relief vrai

et mathématique de l'objet, sans aucune déformation.

Mais d'un autre côté, comme il est certain qu'à la distance supposée, nous ne pouvons voir en même temps tous les plans qui composent cet objet, les plus rapprochés paraîtront exagérés. Cet effet ne serait pas agréable rendu par la photographie, surtout à cause du *flou* des détails qui se superposent encore moins bien. Mais il est un remède en n'outrant pas l'écartement des deux stations, et c'est ici une affaire de goût et d'habitude. Il est bien certain que, dans ce cas, un écartement de 0,65 millim. entre les stations serait bien insuffisant pour faire éprouver, même à l'observateur le moins disposé, une sensation de relief suffisante.

§ 4.

Théorie de sir D. Brewster.

Sir D. Brewster, si compétent dans tout ce qui se rattache au stéréoscope, a lui-même varié dans sa théorie au sujet de la prise des points de vues stéréoscopiques. En dernier lieu, il recommande que pour tout dessin binoculaire, qu'il s'agisse d'une vue d'objets rapprochés ou d'une vue d'objets éloignés, la distance entre les deux objectifs ne dépasse pas la distance entre les yeux humains. Je crois que l'illustre physicien n'a pas assez tenu compte de la puissance optique des objectifs photographiques. Ces objectifs, en effet, rapprochent ou

grossissent considérablement les objets ; ils ont la faculté de voir net plus loin que nous. Il est donc évident que pour utiliser cette propriété il doit exister un rapport semblable entre l'écartement des stations. Une proportion existe entre, d'une part, l'écartement des yeux humains, base du triangle, la limite de la vision stéréoscopique humaine, hauteur du triangle, et d'autre part, la base cherchée, écartement des stations, et la hauteur bien plus grande de la vue optique distincte des objectifs.

§ 5.

Valeur de l'angle optique. — Tableau de l'écartement des stations.

La valeur la plus ordinaire de l'angle opposé à la base de station doit varier entre 2° et 4° : si la distance entre les plans divers est très-grande, un angle minimum de 2° permettra aux premiers plans de se superposer, tout en laissant aux plus éloignés un relief suffisant. Si au contraire la vue à reproduire offre peu de différence entre ses plans, un angle plus grand que 4° procurera un relief plus saisissant sans devenir choquant.

Il est donc bon de prendre pour sommet de l'angle stéréoscopique ou point dirigeant de l'axe des objectifs et par suite, de la mise au point, l'un des objets des points rapprochés de la station de l'opérateur.

En estimant à vue d'œil la distance qui sépare la sta-

tion de l'instrument de cet objet type, et en faisant un choix judicieux d'après ce qui est dit plus haut de la valeur de l'angle qu'on veut adopter, on trouvera dans le tableau ci-après l'écartement à donner aux deux stations. Cet écartement se compte du centre des objectifs.

DISTANCE DU POINT TYPE à l'objectif.	ÉCARTEMENT DES STATIONS.		REMARQUES.
	Angle de 2°.	Angle de 4°.	
1	0,03	0,07	Si l'on opère avec deux chambres, leur épaisseur ajoutée étant de 0m 13 à 0m 14, ce qui donne la même distance entre les axes des objectifs, on voit qu'on ne pourra operer dans des conditions normales qu'avec un éloignement supérieur à 4m.
2	0,07	0,14	
3	0,10	0,21	
4	0,14	0,28	
5	0,17	0,35	
6	0,21	0,42	
7	0,24	0,49	
8	0,28	0,56	
9	0,31	0,63	
10	0,35	0,70	
15	0,52	1,04	
20	0,70	1,40	
25	0,88	1,76	
30	1,05	2,10	
35	1,23	2,46	
40	1,40	2,80	
50	1,75	3,50	
60	2,10	4,20	
70	2,45	4,80	
80	2,80	5,60	
90	3,12	6,24	
100	3,50	7,00	
150	5,20	10,40	
200	7,00	14,00	
250	8,80	17,60	
300	10,50	21,00	
350	12,30	24,60	
400	14,00	28,00	
450	15,75	31,50	
500	17,50	35,00	
600	21,00	42,00	
700	24,50	49,00	
800	28,00	56,00	
900	31,20	62,40	
1000	35,00	70,00	

Il est encore une règle déduite par Brewster des considérations scientifiques et qui doit être constamment présente à la mémoire de l'opérateur, afin que

Fig. 58.

lors du montage définitif des épreuves, il n'y ait pas désaccord entre leur grandeur apparente, et la grandeur réelle des objets.

§ 6.

Rapports entre la distance focale des systèmes optiques, photographiques et stéréoscopiques.

En supposant que la chambre obscure employée pour prendre des vues binoculaires de portraits, paysages, etc. en donne des représentations parfaites, le relief obtenu dans le stéréoscope ne sera correct et vrai qu'autant que les deux images dissemblables seront placées dans l'instrument stéréoscopique à une distance des yeux égale à la distance focale, réelle ou équivalente, de l'objectif qui a servi à les faire. Et, quelle que soit la grandeur des épreuves, elles paraîtront, ainsi placées, de la même grandeur apparente et du même relief que si elles étaient vues à travers l'objectif de la chambre obscure.

§ 7.

Résumé de la théorie, manière d'opérer. — Manœuvre de l'instrument monoculaire.

Nous résumerons donc pratiquement ces théories en disant :

1° Établissez solidement le pied triangulaire (*fig.* 43)

au point choisi comme station. Ce point peut être désigné d'avance au moyen de l'Iconomètre (voyez *Art du Photographe*, 2e édit., fig. 26, p. 278) qui indiquera le foyer de l'objectif à choisir pour enfermer dans la grandeur de la glace dépolie la portion du paysage ou du monument qu'on veut reproduire. Cette détermination première faite au moyen de cet instrument évite des tâtonnements longs et ennuyeux qui aboutissent quelquefois à une impossibilité, car dans le cas des reproductions de monuments, l'opérateur n'est pas toujours libre d'un recul suffisant.

Le pied étant solidement assis, on vissera dessus la planchette (*fig.* 44, 45, 46, 47), on placera sur celle-ci la chambre noire (*fig.* 39) et on fixera dans la raînure M N (*fig.* 44) la vis à écrou H que doit porter le dessous de la chambre (*fig.* 39). On choisira le verre à foyer convenable (*fig.* 39 et 40), on le vissera dans l'objectif et le tout sur la planchette de rechange à la partie antérieure de la chambre A S (*fig.* 39).

2° Il faut alors au moyen de la liberté que l'on peut rendre à la boule *b* qui termine le pied (*fig.* 47), en desserrant la vis à main A du dessous, donner à la planchette d'abord l'horizontalité.

On y arrive facilement en se guidant sur le niveau à bulle d'air A B qu'elle porte (*fig.* 45 et 46). En même temps on se sert des alidades ou des points saillants H (*fig.* 45, 46 et 47) fixés sur son milieu pour viser l'objet

central que l'on choisit dans la vue à reproduire et qui doit coïncider plus tard avec le centre de figure O de la glace dépolie M N P (*fig.* 39). Ces deux mouvements simultanés d'horizontalité et de direction s'obtiennent facilement avec un peu d'habitude. Aussitôt qu'on a atteint la position convenable, on serre la vis fortement et le système entier se trouve arrêté.

3° L'on rend libre le mouvement des deux équerres T (*fig.* 44 et 46) en desserrant les vis à écrou T (*fig.* 47) qu'ils portent.

Nous avons vu que ces équerres peuvent être remplacées par de simples règles dirigeantes (*fig.* 44), alors que la chambre noire porte elle-même une vis H (*fig.* 39), marchant librement dans la rainure M N.

Dans tous les cas, règles ou équerres,, doivent être l'une à droite, l'autre à gauche des deux positions de la chambre (*fig.* 44).

On choisit au moyen du tableau placé plus haut, page 180, ou arbitrairement suivant son habitude et son coup-d'œil l'écartement à donner aux deux stations et au moyen de l'échelle métrique *m*, *n* (*fig.* 44) tracée sur le devant de la planchette on amène l'une des règles contre le numéro désigné. On approche la chambre noire contre cette règle, les vis étant assez desserrées pour permettre un mouvement doux, on se couvre la tête du voile noir, et l'on met au point. On a soin que l'objet choisi comme point de mire coïncide avec le point

d'intersection des deux diagonales tirées au crayon sur la glace dépolie et marquant son centre de figure. Cette opération étant faite, on serre fortement et à demeure la vis T de la règle (*fig.* 44) ou de l'équerre (*fig.* 46). Rendant libre la chambre noire seule, on la fait glisser à l'autre extrémité de la planchette, et on s'arrête au même numéro où l'on fait la même opération.

Si les premières déterminations ont été exactes, les objets doivent être sur la glace dépolie, à cette seconde station, aussi bien au point qu'à la première; elle n'est donc utile que comme direction, pour l'équerre ou la règle qui touche la chambre. Si les objets ne se trouvaient pas au point, c'est que la direction de la planchette aurait été mal établie en visant l'objet type au moyen des alidades ou pointes saillantes qu'elle porte à son milieu. La longueur ordinaire de la planchette que nous employons est de $0^{m},60^{c}$. Si nous nous reportons au tableau des angles optiques, page 180, nous verrons qu'elle peut suffire mathématiquement à une vue dont l'objet type du premier plan serait à une vingtaine de mètres de distance. Or, pratiquement elle suffit à des vues beaucoup plus éloignées, et jusqu'à 100 mètres nous n'en employons et nous conseillons de n'en employer pas d'autre.

On peut dans ce cas amplifier un peu l'angle de superposition en croisant légèrement les deux images.

Pour cela, lors de la mise au point, on place l'objet

type un peu en dedans par rapport au centre de figure des glaces dépolies, un à deux millimètres suffisent. J'appelle en dedans, la partie comprise dans l'angle optique, c'est-à-dire l'espace O P O′ entre les deux stations des chambres noires (*fig.* 44).

Lorsque l'objet à reproduire est à plus de 100 mètres de distance, il est impossible d'éviter les deux stations séparées et successives. Voici comment on s'y prend dans ce cas :

Après avoir établi l'instrument horizontalement et dans la direction voulue au moyen de l'orientement de la planchette, après avoir mis au point à l'une de ses extrémités comme tout-à-l'heure, on se transporte sans toucher à l'instrument en dehors de l'angle optique et à l'extrémité extérieure M (*fig.* 44) de la planchette.

On vise en suivant son bord antérieur *m n*, près de l'échelle métrique un jalon que l'on place dans cette direction à la distance indiquée par le tableau. En marquant le pied de ce jalon, on transporte l'appareil tout entier au-dessus de cette place, et l'on s'assure avec un fil à plomb que le centre de l'objectif sera placé verticalement au-dessus du pied du jalon. On recommence alors l'orientement de la planchette, celui de la chambre à sa seconde position, et si l'opération a été conduite avec le soin suffisant, la vue doit être au point sur la glace dépolie ou à très-peu de chose près.

Au lieu d'opérer à chaque extrémité de la planchette

dans ce cas, on peut si on le trouve plus commode, fixer la chambre au centre de la planchette, et faire les mêmes opérations; mais nous devons dire dans ce cas que l'orientement sera moins facile et que le non déplacement de la chambre se prête à des erreurs lors de l'ouverture du châssis.

4° Le châssis (*fig.* 49) est apporté contenant la surface sensible. Il faut alors se souvenir que lors de l'impression positive, les images se trouvant symétriquement transposées, il est indispensable de les faire à l'envers, pour les avoir à l'endroit. Aussi, plaçant le châssis dans ses repères à la partie postérieure de la chambre noire, il faudra faire attention à chaque station, que la partie qu'on n'impressionnera pas soit en dehors de l'angle optique ; si l'on commence donc par la station gauche O′, (*fig.* 44) ce sera la partie droite V (*fig.* 49) du châssis qu'on ouvrira la première, et réciproquement.

Cette partie de l'opération ne présente aucune difficulté. Si par inadvertance l'ordre des impressions était mal suivi, il suffirait de noter les clichés et d'intervertir l'ordre des épreuves lors du montage des images positives, celle de gauche devant être placée à droite et réciproquement.

§ 8.

De l'usage des chambres binoculaires.

La chambre binoculaire (*fig.* 50 et 51) que nous avons décrite dans la 4e partie et dont l'emploi est si précieux pour les épreuves instantanées, offre cet inconvénient, que pour obtenir l'effet stéréoscopique les images doivent être retournées, c'est-à-dire celle de gauche collée à droite et réciproquement. Il semble singulier et irrationnel au premier abord, que deux objectifs dirigés parallèlement sur un même point puissent donner naissance à un angle optique et à des images binoculaires superposables. Le fait existe cependant.

L'angle produit est faible et ne suffit que pour des objets rapprochés, au delà de 10 à 15 mètres le relief est insuffisant. L'angle visuel de l'objectif ordinaire embrasse environ 30°.

Dans la fig. 59, il est représenté par m L n', n D m'. Il existe donc un point X où ces deux rayons se coupent sur la ligne médiane qui separe l'intervalle des deux objectifs, point qui est la limite des objets qui peuvent projeter des rayons sur la lentille. Cette disposition tient à l'établissement d'allonges extérieures aux lentilles, établies dans de certaines proportions et destinées à écarter les rayons dont l'incidence trop tangente nuirait à la netteté des images. Ainsi donc un objet placé en B serait

complétement invisible pour les objectifs parallèles accouplés, il serait d'ailleurs tellement près que les yeux devraient faire un effort de strabisme convergent pour

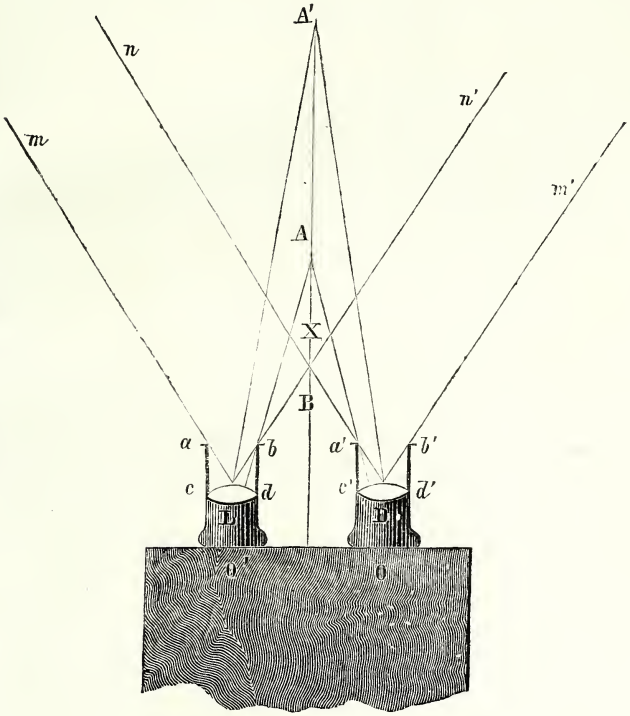


Fig 59.

en apprécier la forme, supposons au contraire un point A placé en avant du point X, c'est-à-dire dans le champ de vision des deux objectifs.

Une portion des rayons émis par ce point sera arrêtée par les bords *b d*, *a' c'* des allonges; par conséquent la partie L *d*, *c'* D des lentilles ne recevant pas de rayons,

les images produites sur la glace dépolie seront formées par les parties extérieures de chacun des systèmes optiques.

Si nous nous reportons aux réflexions contenues dans la fin du § 3, 3e partie, et à la théorie du stéréomonoscope 9e partie, nous reconnaîtrons que c'est une condition suffisante du relief stéréoscopique.

Si au lieu du point A nous en choisissons un A′ placé sur la même ligne et à un beaucoup plus grand éloignement, les rayons qu'il émettra vers l'objectif étant presque parallèles puisque l'angle qu'ils forment entre eux devient en quelque sorte inappréciable, les deux images qu'en fourniront les objectifs seront identiques ou à peu près, et leur superposition ne produira pas de relief. C'est ce qui nous a fait dire dans une autre partie (3me) que l'emploi des chambres binoculaires était limité à une distance moyenne de 15 à 20 mètres.

On a essayé encore comme modification à cet appareil dont Brewster a eu le premier l'idée et comme application du principe que l'écartement des objectifs ne doit pas dépasser celui des yeux, on a essayé disons-nous, de monter sur une même chambre noire des objectifs jumeaux convergents et par conséquent parallèles aux axes optiques humains. Cette disposition présente moins de relief que l'autre et n'est, ce me semble, applicable que pour le portrait stéréoscopique fait à une distance de 3 ou 4 mètres.

§ 9.

Considérations générales.

Il ne faut pas se dissimuler que souvent une épreuve stéréoscopique faite dans des conditions insuffisantes de relief, en produit encore la sensation, placée dans un stéréoscope. Cette sensation bien qu'incomplète est produite par la réfraction à travers les demi-lentilles, réfraction qui obligeant les yeux à prendre une direction analogue au strabisme les prédispose à recevoir une impression analogue à celle que de meilleures épreuves auraient donnée dans de pareilles circonstances. Cet effet d'adaptation est tellement facile pour certaines personnes, que nous en avons vu percevoir le relief avec une seule épreuve.

Ce phénomène difficile à expliquer et qui se présente surtout après que les yeux ont regardé dans le stéréoscope de bonnes épreuves, rend compte de la facilité avec laquelle le public accepte souvent des épreuves dont le relief est exagéré ou insuffisant. Il donne en même temps la clef de la tolérance pratique que nous admettons dans la prise des points de vue seulement. N'oublions pas enfin, comme nous l'avons indiqué plus haut d'après Brewster, que le foyer des lentilles des stéréoscopes doit être sensiblement égal à celui des ob-

jectifs qui ont produit les épreuves. Mathématiquement ceci devrait être vrai, dans la pratique une tolérance du simple au double est tous les jours admise sans que l'effort d'adaptation des yeux soit incommode pour les spectateurs.

La règle suivante formulée par M. Sutton représente la même idée d'une manière très-simple : « L'angle de convergence entre les axes des deux chambres obscures dirigés vers le centre de l'objet, doit être égal à l'angle de convergence entre les axes des deux yeux dirigés vers le même centre sur l'image virtuelle vue dans le stéréoscope. » Il reconnaît lui-même que dans les cas extrêmes la vérité doit être sacrifiée à un artifice; de sorte que l'on doit fréquemment dans la pratique adopter le principe de M. Claudet et faire de la distance entre les stations, une affaire de goût. On a vu plus haut que c'était entièrement notre avis.

SIXIÈME PARTIE

DES ÉPREUVES NÉGATIVES

§ 1er.

Du collodion rapide.

La composition d'un collodion approprié aux épreuves à obtenir instantanément est une chose précieuse, pourvu que sa nature ne change pas trop facilement et qu'on puisse être certain qu'il donnera des résultats semblables jusqu'à épuisement. Celui dont la formule suit est dans ce cas.

Dans : alcool à 40°	150 cc

Triturez au mortier de verre :

Iodure de potassium	1gr 30
Iodure d'ammonium	1 40
Iodure de cadmium	1 50
Brômure de potassium	» 25
Brômure d'ammonium	» 30
Brômure de cadmium	» 20
Iode pur	» 10

Si l'alcool est pur et au titre exact, une partie des

brômures ne se dissoudra pas; dans l'alcool à 36° tout se dissoudra. Ajoutez :

Éther sulfurique.	750 cc
Collodion pharmaceutique.	150

Cette formule présente une complication apparente qui s'efface quand on l'exécute : le collodion qu'elle fournit possède une couleur rouge qu'il garde sans changement. Elle est due à un excès d'iode.

On laissera reposer 24 heures après avoir agité le flacon et l'on décantera pour l'usage.

Il se dépose au fond du flaçon mère un résidu d'excès d'ioduration qu'il faut conserver : on reversera chaque jour les résidus dans ce flacon pour qu'ils se reconstituent. On aura soin en même temps d'y ajouter un peu d'éther alcoolisé afin de ne pas trop épaissir la masse : (2 vol. d'éther pour 1 d'alcool).

§ 2.

Du bain d'argent.

La mise de la glace au bain d'argent n'offre aucune difficulté particulière, elle est décrite en détail au § 7 3e partie de l'*Art du Photographe* 2e *édition*.

Le bain se compose de :

Eau distillée	100	grammes.
Azotate d'argent fondu.	8	—
Collodion ci-dessus.	1	—

Filtrez au papier, et le liquide est prêt pour l'usage.

Ce bain vieillit promptement, on s'en aperçoit à la manière dont les images se développent. Elles exigent un temps de pose plus considérable et viennent, grises, uniformes et sans vigueur.

A ce moment, le plus simple quand on n'a pas le temps de faire les modifications que nous indiquerons plus loin, est de composer un bain nouveau ; l'ancien dilué de moitié eau distillée est ajouté aux développements divers pour renforcer les images.

On emploie aussi le nitrate d'argent cristallisé, quand le collodion est neuf et quelquefois alcalin, il réussit bien ; mais au bout de quelques jours le nitrate fondu donne plus de rapidité. Il faut un antagonisme mais très faible, atomique, entre l'acidité et l'alcalinité du bain et du collodion ; s'ils sont tous deux du même signe, la venue des images est difficile et souvent impossible.

La quantité d'acide nitrique enveloppée dans les interstices des cristaux d'azotate d'argent cristallisé peut varier considérablement suivant le degré d'acidité de la solution mère.

On a eu recours pour chasser cet acide à la fusion du nitrate qui est fort difficile à réussir sans décomposer une partie du sel.

On met quelquefois en présence de cet acide les carbonates alcalins, mais ils ont le tort de former un nou-

veau composé de carbonate d'argent et probablement des composés trinaires.

Il est plus simple d'ajouter au bain neuf ou vieux une petite quantité d'oxide d'argent fraîchement préparé dont l'acide nitrique libre s'emparera avec avidité pour former du nitrate d'argent. L'oxide étant insoluble dans l'eau, l'excès en restera sur le filtre; on peut donc l'introduire en quantité quelconque. Le bain toutefois devient alcalin, probablement parce qu'à la faveur des composés divers qui se trouvent en présence, l'eau dissout une très-faible partie d'oxide; en ajoutant un demi-centigramme d'acide nitrique pur par litre de bain, on corrigera son alcalinité en l'amenant à une acidité homéopathique mais suffisante pour donner une bonne épreuve et que les papiers de tournesol sont insuffisants pour indiquer.

§ 3.

Temps de pose.

Avec un objectif orthoscopique 1/4 sans diaphragme, on obtient en une fraction de seconde une image négative très-intense des objets, même verts, exposés au soleil.

On arrive au même resultat avec un objectif 1/2, de 10 centimètres de foyer, et diaphragmé à 4 centimètres de diamètre.

Avec un objectif conique simple 1/4, 20 centimètres

de foyer, diaphragmé à 1 centimètre de diamètre, il faut au plus 7″ de pose sur un paysage éclairé par le soleil.

Dans une galerie vitrée, jour modifié par des rideaux, on fait un portrait en 3″ à 20″ suivant la lumière, avec un objectif 1/2, 10 centimètres de foyer et diaphragmé à 3 centimètres.

§ 4.

Développement. — Procédés divers.

Eau saturée de protosulfate de fer	50 cc
Eau distillée.	400
Alcool à 36°.	25
Acide acétique crist.	15

Sous ce développement projeté vivement à la surface du collodion, l'image doit apparaître en lignes noires et franches sur fond opale.

En continuant le développement à la manière indiquée dans l'*Art du Photographe 2e édition* pages 120, 127, 129, l'image se voile peu à peu, on la renforce une fois en additionnant le liquide ferré d'un peu de nitrate d'argent dissous dans l'eau distillé. (2 p. 0/0)

Lavez exactement.

Vous avez fait une solution de cyanure de potassium pur à 1/2 p. 0/0 dans eau filtrée ou mieux de pluie ou distillée, filtrez cette liqueur et conservez en flacons bouchés afin d'éviter l'action de l'acide carbonique de l'air qui décompose le cyanure.

Vous couvrez l'épreuve de cette solution, l'image se dépouille de suite et devient positive, promenez la liqueur à sa surface pour être sûr que toutes les parties de la couche ont cédé leur iodure d'argent, surtout vers les bords où se trouve un peu plus d'épaisseur.

(*Pour obtenir de très-belles épreuves positives, il suffit de diminuer encore de moitié le temps de pose indiqué plus haut et de s'arrêter ici.*)

Lavez très-abondamment des deux côtés pour enlever toute trace de cyanure de potassium sur et dans la couche de collodion.

En cet état, l'image n'est pas assez intense pour donner une épreuve positive complète, reprenez alors le développement avec :

Acide pyrogallique	0gr 50
Eau distillée	150 »»
Acide acétique crist. , ...	6 »»

promenez quelques instants cette solution à la surface de l'épreuve, reversez dans le verre et ajoutez quelques gouttes de la dissolution de nitrate d'argent à 2 p. 0/0; renforcez ainsi l'épreuve tant qu'elle voudra venir.

Il est probable que vous l'amenerez au point d'intensité nécessaire pour un bon négatif : si cependant vous voyez que le renforcement s'arrête, lavez et couvrez d'une solution de bichlorure de mercure à 1 p. 0/0. Passez le liquide vivement et à une ou deux reprises sur la couche, lavez et gommez.

Ordinairement on s'arrête là parce que le point est atteint et que d'ailleurs ces négatifs prennent beaucoup d'intensité en séchant ; mais si vous avez besoin de plus d'intensité encore, passez rapidement à la surface de la glace une solution à 5 p. 0/0 d'hyposulfite de soude, lavez, gommez, séchez au soleil et vernissez.

§ 5.

Renforcement. — Protochlorure de Palladium. — Bichlorure de Mercure, etc.

Un savant photographe anglais, M. Draper, a trouvé dans un métal peu employé le Palladium, un succédané du mercure pour le renforcement des clichés.

Il emploie un sel de même composition, savoir : le protochlorure de palladium au lieu du protochlorure de mercure.

Si l'action du premier offre le même défaut comme désaggrégeant de la couche que le second, il faut agir avec prudence dans l'emploi de ce réactif. Car nous avons fait remarquer que soit parce qu'il agit sur la couche même du collodion, soit parce qu'il accumule un dépôt trop abondant sur certains endroits de l'image, le chlorure de mercure déchire souvent la pellicule de collodion fixé sur lequel on le fait agir.

On prépare facilement la substance nouvelle en fai-

sant dissoudre des petits morceaux de palladium dans de l'eau régale ou acide nitro-muriatique. L'action est rapide, il se forme une solution d'un brun rouge-sombre qu'on évapore dans une capsule de porcelaine jusqu'à dessication. Il faut que la chaleur soit assez forte et assez prolongée pour dégager l'acide libre, et pas assez intense pour décomposer le chlorure produit. Le résidu brun qui est du protochlorure de palladium est soluble dans l'eau et propre à être employé.

Si l'on prend une épreuve sur collodion qui vient d'être fixée au cyanure ou à l'hyposulfite et encore humide et qu'on verse dessus une certaine quantité de cette solution, il se fait immédiatement un changement, l'épreuve s'assombrissant par degrés.

Dans les parties où l'action acquiert son maximum d'intensité, il se produit un noir velouté imperméable à la lumière.

Que l'épreuve soit négative ou positive l'effet est le même, bien qu'il soit moindre dans le dernier cas que dans le premier, et l'intensité est égale par transparence ou par réflexion.

Dans l'application du proto-chlorure, on observera que si la solution est forte, l'effet sera complet presque immédiatement.

Une exposition prolongée est inutile et ne produit aucun résultat nouveau.

L'excédant de la solution peut resservir jusqu'à épui-

sement. A mesure qu'elle s'affaiblit, son action devient plus lente et l'opérateur aura soin d'examiner la glace des deux côtés, pour s'assurer, d'après le degré d'intensité obtenue, que la couche impressionnée a été bien pénétrée.

Comme il a été dit plus haut, le moment le plus favorable pour appliquer le palladium est de suite après le fixage. Pourtant on peut l'employer à toute autre époque; des épreuves obtenues depuis longtemps, peuvent même être renforcées ainsi, en les mouillant préalablement dans l'eau. Mais le résultat est moins satisfaisant.

L'opérateur ne trouvera aucune difficulté dans l'emploi du proto-chlorure de palladium; il n'a pas à craindre même qu'il produise des taches sur la glace.

Le proto-chlorure de palladium exerce encore un bon effet en augmentant l'adhérence du collodion.

§ 6.

Procédés divers.

Collodion très-rapide, instantané, mais images très-faibles. Faites la liqueur génératrice suivante :

Alcool à 40°.	100 cc
Iodure de potassium	3
Brômure de potassium	à saturation.

Prenez alors :

Collodion pharmaceutique. , ...	50 cc
Alcool à 40° . . . . . , . . , ...	50
Liqueur ci-dessus.	30

Sensibilisez au bain suivant :

Eau distillée	100 cc
Azotate d'argent cristallisé	8
Acide azotique pur	1 goutte.

Se garder que le bain contienne de l'acide acétique.

Développez avec :

Eau distillée saturée de protosulfate de fer	50 c
Eau distillée	400
Acide nitrique . . . . , ...	0.50
Alcool à 36°.	25

Fixez au cyanure de potassium, 25/1000e.

Renforcez au proto-chlorure de mercure ou de palladium suivant l'opacité plus ou moins grande à communiquer au cliché.

Lavez, gommez, séchez et vernissez.

§ 7.

Epreuves négatives sur albumine. — Considérations générales sur la composition de la couche.

Dans ce procédé si remarquable par les épreuves qu'il produit, une assez large place est laissée aux insuccès, et malgré les soins de l'opérateur, la qualité des produits chimiques influe trop sur les résultats pour

que nous ne recommandions pas tout d'abord de s'assurer de leur pureté.

La matière première, l'albumine, se trouve partout avec une pureté suffisante ; en choisissant des œufs le plus frais possible, on se met dans une bonne condition de réussite. Il est important de séparer avec soin le jaune et les germes, de ne se servir que d'un balai d'osier ou de jonc pour battre les blancs d'œufs, et de choisir des vases d'une grande propreté que l'on tient couverts d'une feuille de carton pour éviter les impuretés accidentelles et la poussière.

L'albumine comme matière subjectile diffère du collodion par un point essentiel, c'est qu'elle est soluble dans l'eau, tandis que le collodion ne l'est point. La suite des manipulations a pour but de la rendre insoluble, mais auparavant, elle a été mélangée à une dissolution aqueuse d'iodure alcalin ou métallique, et par conséquent, la masse entière, et par suite, la profondeur totale de la couche est imprégnée de cette substance. Il en résulte que quelque mince que soit la couche que l'on emploie, une fois passée au bain d'argent, elle contient un sel sensible dans toute son épaisseur. L'albumine coagulée alors, n'en demeure pas moins un corps spongieux, d'une très-grande finesse de fibre, il est vrai, mais susceptible en se gonflant d'absorber les liquides aqueux, dans lesquels on la plongera. Cette propriété s'altère par la dessication et se re-

vivifie dans un liquide. Lors donc que la couche sèche et d'apparence cornée se trouve en contact avec l'eau contenant l'agent développateur, elle se gonfle, l'absorbe et l'apparition de l'image a lieu lentement mais d'une manière continue à mesure que le liquide pénètre à toutes les molécules contenues dans l'épaisseur de la couche impressionnée. C'est ce qui explique l'intensité des effets que l'on peut obtenir avec si peu de matière, et en même temps ce qui rend compte de la difficulté d'avoir des ciels d'une intensité de noir suffisante.

Il ne faut pas douter que la lenteur de l'impression lumineuse sur l'albumine comparée au collodion, ne tienne à la même cause. Dans le collodion, la couche sensible d'iodure d'argent réside entièrement à la surface, elle n'adhère que mécaniquement à la couche subjacente, partout elle reçoit directement et sans intermédiaire l'impression lumineuse; mais en même temps, elle demeure plus exposée aux décompositions, et plus accessible aux causes extérieures.

Cette force d'agglomération à la surface est un des écueils du collodion sec, il faut pour en obtenir de bons et constants résultats trouver un moyen de désaggréger assez le coton-poudre pour qu'il conserve dans son intérieur une partie de la substance sensible, et devienne, quoique non soluble, à peu près dans les conditions de l'albumine coagulée.

Les lavages pour l'albumine pénètrent facilement la

couche et arrivent à enlever en le dissolvant tout l'azotate d'argent en excès : il existe peu de ce sel entre la glace et l'albumine parce que celui qui y a pénétré a rencontré sur son parcours le sel alcalin ou métallique à décomposer; tandis que pour le collodion, il faut aller chercher là, sous la couche mince, une nappe d'azotate introduite par capillarité et non décomposée ; les lavages nécessaires au second sont donc plus prolongés que ceux qui suffisent à la première.

§ 8.

Préparation de l'albumine.

Un blanc d'œuf représente en moyenne 30 grammes d'albumine : cette évaluation va nous servir pour donner quelques-unes des nombreuses formules mises en usage, et dont le but est toujours le même. Diluer assez, mais pas trop, l'albumine par une solution aqueuse d'iodure alcalin ou métallique pour permettre une extension du mélange très-égale sur la glace, et ce, de la manière la plus commode possible.

La proportion d'eau à introduire varie de 1/3 à 2/3, mais on s'accorde à iodurer à 1 p. 0/0 du mélange. Cette ioduration n'est pas égale pour tous les sels employés, mais au moyen du tableau inséré dans l'*Art du Photographe* 2e *édition* page 300, on arrive par une simple

règle de trois à trouver le nombre exact à faire dissoudre pour avoir une ioduration constante quelle que soit la base choisie.

A. Prenez :

Albumine, 12 œufs, soit	350 grammes.
Eau distillée.	110 —
Iodure de potassium	5 —

Mettez dans un vase, et battez avec un balai d'osier jusqu'à mousse épaisse et consistante, couvrez d'un papier ou carton et laissez reposer au moins six heures.

§ 9.

De l'action des sucres et gommes ajoutés à l'albumine.

Un grand nombre de formules usitées contiennent une proportion différente de sucre ou de gomme ajoutée à l'albumine. Le motif qui a déterminé à ajouter ces substances est de modifier la constitution physique de l'albumine, d'augmenter son adhésion au verre en la rendant plus tenace, et plus résistante dans les différents bains. Or le sucre et la gomme, sont deux substances inertes indifférentes aux réactions qui se passent dans leur sein.

Toutes deux n'ont aucune action appréciable sur la promptitude de l'impression lumineuse. Si l'on exagèrait même la proportion de ces deux corps, le résultat

total serait de moins en moins bon, la couche restant molle si trop de sucre l'empêche de sécher, et devenant cassante et dure si la proportion de gomme est exagérée.

Il en est de même de la quantité d'eau que l'on y introduit, en été alors que l'albumine est très-fluide on pourrait presque s'en passer.

Si cependant la couche additionnée de beaucoup d'eau est plus facile à étendre, la pellicule qu'elle laisse sur le verre est si mince qu'elle perd très-vite toute sensibilité. Toutes choses égales d'ailleurs cette couche mince est aussi rapide qu'une plus épaisse, elle donne seulement une image moins intense puisqu'elle fournit moins de matières sensibles à l'impression lumineuse. Maintenant comment se fait-il que parmi les glaces préparées de la même manière et les unes à la suite des autres, il y en ait de plus et de moins sensibles? c'est ce qu'il est difficile d'expliquer.

Il est certain cependant qu'une certaine dose d'iode dans la préparation a la propriété de fournir avec le bain d'argent un iodure plus facilement impressionnable dans l'albumine que celui produit par la double décomposition de l'iodure de potassium seul.

§ 10.

De l'ioduration de l'albumine.— Décantage de cette liqueur. — Manière de la clarifier et de la faire déposer.

L'albumine photographique doit contenir 1 0/0 d'iodure de potassium et 5 fois moins d'iode libre. Celui-ci en contact avec l'eau et l'iodure de potassium, doit former un deuto-iodure, décomposé lui-même en partie par l'albumine qui donne probablement naissance à de l'acide iodhydrique. Quant à la proportion de brômure à introduire dans la préparation elle doit être égale à celle de l'iode libre.

Les œufs auxquels les photographes demandent leur provision d'albumine sont loin d'en présenter tous la même quantité, et encore moins la même qualité. C'est une des difficultés réelles de la préparation d'une bonne albumine photographique dans les grandes villes. On a remarqué que les meilleurs de tous étaient les œufs frais d'une vieille poule, et que les œufs conservés donnaient une albumine de peu de consistance. Le poids qu'en peut fournir un œuf varie de 20 à 35 grammes. Cette substance ayant un poids spécifique à peu près égal à celui de l'eau, on peut substituer son mesurage ou son volume à son poids.

Les éprouvettes graduées de tous les ateliers de pho-

tographie peuvent donc servir au pesage de l'albumine, un centimètre cube représentant un gramme.

Il est toujours utile en battant en mousse l'albumine d'éviter le contact des corps métalliques, surtout si elle contient les matières sensibilisatrices qui seraient infailliblement altérées.

Ce battage doit se faire au moyen de brins de jonc, de bouleau, ou de substances analogues.

Le liquide mucilagineux que nous appelons albumine photographique et qu'on recueille sous la mousse battue, après 12 heures de repos, contient un assez grand nombre de substances étrangères, et quelquefois nuisibles surtout quand leur nombre devient considérable.

Ces corps ou filaments, espèces de détritus de cellules sont toujours très-petits, souvent microscopiques. Le filtrage répété sur des doubles tamis, sur de la mousseline ne suffit pas. Quant au filtrage sur le filtre en papier, l'albumine de l'entonnoir y resterait si longtemps, qu'elle se décomposerait avant d'être passée.

Le meilleur moyen consiste à décanter l'albumine dans des flacons minces et allongés, au bout de quelques heures, tous les corpuscules plus pesants que l'albumine ont gagné le fond des flacons, ou sont en route pour y arriver. On peut donc avoir toute confiance dans la partie supérieure de chacun d'eux, et au moyen d'un décantage successif on arrive à employer efficacement la majeure partie de l'albumine. Quant aux corpuscules

plus légers ils ne peuvent adhérer à la glace aussi aisément et sont emportés par le flot, lorsqu'on reverse l'excès de liquide en formant la couche.

§ 11.

Procédés divers de négatifs sur albumine. — Première méthode.

A. Prenez :

Albumine : 12 œufs frais ; séparez-en les germes et le jaune avec soin	
Eau distillée	110 cc
Iodure de potassium	5 gr

Battez au balai de bois jusqu'à mousse épaisse, laissez reposer au moins 6 heures.

Ayez des glaces bien nettoyées et surtout dégraissées en passant un peu d'alcool avec un chiffon bien net.

Saisissez la glace à son centre par une poignée pneumatique et versez sur l'autre côté une quantité d'albumine suffisante. Cette albumine sera prise avec une pipette dans le vase même où elle a déposé, en faisant attention qu'il ne monte dans l'instrument aucune particule de mousse sèche qui tacherait la glace.

Egouttez l'albumine surabondante par un angle. Tournez alors vivement la poignée entre les mains de manière à chasser par les bords, ou à repousser vers eux, l'albumine au moyen de la force centrifuge développée ; au bout d'une instant mettez à sécher naturellement

cette glace sur les planches bien de niveau de la boîte-séchoir de votre atelier.

On peut même essuyer avec précaution le bourrelet d'albumine refoulée sur les bords de la glace en dessus, on produit une bordure de 3 à 4 millimètres non sensible, mais, on calcule la grandeur de la glace en conséquence, et on évite le redoublement de l'albumine.

Il n'est pas besoin de recommander que les mouvements de l'opérateur soient très-ménagés pour ne soulever autour de lui que le moins de poussière possible.

L'albumine, trop plein des glaces, est rebattue, remise à déposer et sert jusqu'à épuisement.

Bain d'argent :

Eau distillée.	100 cc
Azotate d'argent cristallisé pur.	10
Acide acétique cristallisable.	10

Le temps de sensibilisation ne dépasse pas 25" à 40" ; retirez, lavez abondamment et séchez à l'obscurité.

Pour le développement, on met la plaque sur un support horizontal, on la couvre d'une solution d'acide gallique concentré, pendant 10' ; on reverse le liquide dans le verre et on ajoute quelques gouttes d'une solution faible de nitrate d'argent ; on reverse sur la plaque et le développement marche sans discontinuité.

Lavez bien, fixez à l'hyposulfite de soude saturé, lavez encore abondamment et laissez sécher debout sur du buvard.

§ 12.

Deuxième méthode.

B. Prenez.

Albumine : 3 œufs gros, afin de produire. .	100 grammes.
Eau distillée	60 —
Iodure de potassium pur.	1 —

Mettez dans un petit flacon à large ouverture :

Limaille de fer nouvelle et très-fine.

Lavez à l'eau distillée et rejetez l'excès de l'eau afin que la limaille reste imbibée d'humidité.

Prenez un demi-gramme d'iode en cristaux, mettez à part 5 ou 6 centigrammes ; ajoutez la première partie à la limaille de fer. Ces deux corps se combineront en les mélangeant au moyen d'un petit tube de verre. On obtient ainsi une solution d'iodure de fer avec excès d'iode.

Ajoutez à cet iodure liquide 3 ou 4 grammes d'eau pure, souvent s'il n'y a pas trop grand excès d'iode ce liquide perd sa teinte brune que vous lui rendez en y ajoutant les 5 ou 6 centigrammes d'iode que vous avez conservés, agitez et quand ce liquide est revenu à sa teinte primitive, mêlez l'iodure de fer ioduré à la solution d'iodure de potassium et filtrez ; ajoutez cette solution à l'albumine et battez le tout avec une fourchette de bois, vous obtiendrez ainsi une mousse ferme souvent

colorée en brun et quelquefois en vert, cette dernière teinte revient au brun et demeure la même 24 heures en été, plusieurs semaines en hiver, c'est-à-dire tant que l'albumine peut être employée.

La glace, qu'elle ait servi ou non, doit être nettoyée avec soin et surtout débarrassée de corps gras soit en la frottant avec une solution de potasse caustique, soit avec de l'acide azotique ordinaire, soit avec de l'alcool. Elle sera ensuite lavée dans plusieurs eaux, frottée seulement avec la main et essuyée enfin avec des linges de coton très-propres.

Il faut rejeter de cet usage ceux qui donnent des peluches, et à plus forte raison, le coton cardé recommandé par plusieurs auteurs.

Il ne faut jamais perdre de vue qu'on doit à un nettoyage imparfait la plupart des accidents de soulèvement qui se produisent dans le cours du développement des épreuves sur albumine.

§ 13.

Extension de l'albumine.

L'extension de l'albumine sur la surface de la glace est facilitée en couches parfaitement égales par la couleur foncée du liquide. En faisant cette opération au-dessus d'une surface blanche, on s'aperçoit immédia-

tement des différences d'épaisseurs, bourrelets et impuretés qui peuvent se présenter.

Tenez la glace soit par deux angles adjacents, soit en la posant sur l'extrémité des doigts écartés, époussetez avec soin sa surface au moyen d'un blaireau parfaitement sec, versez alors au milieu un excès d'albumine, que vous ferez arriver jusqu'aux bords en balançant doucement ou en vous aidant d'un tube de verre recourbé en triangle, reversez alors l'excès d'albumine dans le flacon, en évitant de produire des bulles. Egouttez bien.

Ramenez alors l'excès d'albumine sur l'un des côtés de la glace, il y formera une nervure plus foncée. Pour une glace stéréoscopique, si cette nervure a $0^{m},004$ de large, elle sera suffisante pour être ramenée sur le côté opposé en inclinant la glace dans le sens nécessaire.

Il est aisé de comprendre qu'au moyen de plusieurs inclinaisons successives, et en laissant chaque fois le bourrelet d'albumine plus loin du bord, on finit par l'éteindre au milieu.

Posez alors une glace horizontalement au-dessus d'un fourneau contenant quelques charbons allumés, et chauffez-la lentement et également jusqu'au moment où la surface albuminée laisse échapper de petites vapeurs. En regardant à cet instant la couche albuminée à la lumière réfléchie, on s'aperçoit qu'elle est toute fendillée. Il faut alors cesser de chauffer pour ne pas la soulever,

on lui rendra une homogénéité parfaite en projetant doucement l'haleine à sa surface.

§ 14.

Fin de ce procédé. — Nettoyage des glaces dépolies.

Prenez :

Eau distillée	100 grammes.
Azotate d'argent fondu.	10 —
Acide acétique cristallisable	10 —

Plongez la glace dans ce bain à la manière ordinaire (§ 2) et l'y laissez une minute et demie, retirez et lavez abondamment au flacon laveur rempli d'eau filtrée, et mieux d'eau distillée. Ces glaces sensibilisées sont bonnes pendant plusieurs jours, mais la sensibilité diminue peu à peu, et il faut 4' environ par une belle lumière pour obtenir une image complète avec un objectif simple.

Pour développer l'image, préparez une solution saturée d'acide gallique ; filtrez une quantité suffisante pour couvrir abondamment la glace mise de niveau sur un support. Laissez agir 10' ; rejetez alors la solution d'acide gallique et remplacez-la par une solution faible d'azotate d'argent fondu à 2 ou 3 0/0 ; en 15' ou 20', l'image est développée. Si elle tardait, on recommencerait la même série d'opérations, acide gallique et nitrate d'argent.

Lavez, fixez à l'hyposulfite neuf saturé ; lavez ensuite abondamment, et mettez sécher verticalement sur du buvard, la face au mur.

On peut employer pour les négatifs le verre poli ou le verre dépoli, mais, pour l'un comme pour l'autre, il faut apporter le plus grand soin dans le choix des morceaux que l'on veut employer, et principalement au nettoyage du verre dépoli.

Le verre dressé est celui qui présente le plus d'avantage ; il est le meilleur à choisir pour les épreuves négatives. Depuis longtemps déjà, le verre dépoli est employé pour les épreuves positives. En conséquence, l'on se servira de la glace dressée pour les épreuves négatives, et du verre ordinaire dépoli pour les épreuves positives.

Le verre dépoli se nettoie à peu de chose près comme la glace unie. On lave la glace à l'eau ordinaire après le bain de potasse ou d'acide azotique ; quand elle est sèche, on la frotte avec du coton imbibé d'alcool, et en soufflant l'haleine sur la surface, on frotte encore avec du coton, mais cette fois à sec.

Si la glace est couverte d'une épreuve fixée, après l'avoir débarrassée de l'albumine, on délaie de la poudre d'émeri dans de l'acide azotique affaibli par de l'eau, et l'on frotte la glace avec un bouchon de liége et cette poudre délayée. On termine par le nettoyage au coton à sec.

Pour que l'albumine puisse couler plus facilement

sur la glace dépolie, il faut condenser le souffle de la respiration sur la partie que l'on veut albuminer. En tenant la glace par deux angles adjacents, et en l'inclinant dans divers sens, l'albumine s'étend sur toutes ses parties.

§ 15.

Machine à albuminer.

L'extension de l'albumine sur les glaces est facilitée par la machine (*fig.* 60). Elle se compose d'un pla-

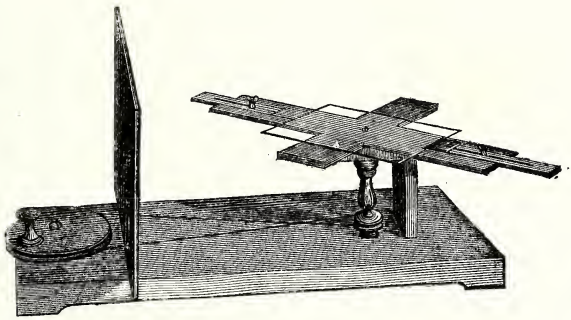


Fig. 60.

teau qui porte à l'une des extrémités un support coudé, la partie horizontale de ce support est percée d'un trou qui permet à l'une des extrémités du fuseau de tourner librement. A l'extrémité inférieure se trouve une poulie faisant corps avec lui, et au-dessous, une pointe formant pivot, et tournant dans une petite cavité du support. L'extrémité supérieure du fuseau est soli-

dement fixée au-dessus de la branche du support à une croix de bois. Deux des bras de cette croix portent des allonges à coulisses munies de grappins qui saisissent la glace à albuminer quelle que soit sa grandeur, et la maintiennent immobile alors que la tige des coulisses est rendue fixe par la pression des vis qu'elle porte. A l'autre extrémité du plateau horizontal est un écran vertical en carton ou en bois, fixé à ce plateau. En arrière de l'écran, est montée une roue horizontale sur un axe solide tournant dans le plateau, cette roue est mise en mouvement par un bouton que l'on tient à la main. La circonférence de la roue est creusée en gorge et retient une corde sans fin qui se croise et passe sur la poulie du fuseau. Une ouverture est ménagée pour le passage de la corde à la partie inférieure de l'écran vertical. Si le rapport des diamètres entre les deux roues est je suppose comme 1 à 10, il est évident qu'en imprimant à la roue à bonton un mouvement de rotation moyen, la poulie du fuseau et par suite, le fuseau, la croix et la glace qu'elle porte, acquerront un mouvement de rotation très-rapide.

Supposons maintenant la glace fraîchement recouverte d'albumine, il s'agit d'égaliser cette couche en la rendant la plus mince possible. Si nous plaçons la glace sur la croix de notre machine, et que nous fassions tourner rapidement l'appareil, l'action de la force centrifuge qui se développera chassera loin de la glace

toute l'albumine superflue n'y laissant que la couche immédiatement adhérente au verre.

Il est bon de coller sur l'écran vertical et du côté de la croix, au-dessus de l'ouverture ménagée pour la corde, un petit rebord saillant en papier, qui rejette sur les côtés l'excès d'albumine reçu par l'écran et l'empêche d'engorger la corde et les poulies.

§ 16.

Négatif par la caséïne. — Isomère de l'albumine ayant quelques qualités particulières très-utiles à la photographie.

La caséïne constitue la partie azotée c'est-à-dire la partie nutritive du lait des mammifères; elle y est tenue en dissolution par une faible quantité de potasse. La caséïne pure est insolube dans l'eau; elle ne devient soluble qu'à l'état de combinaison avec un alcali et dans ce cas c'est un caséate.

La caséïne possède presque toutes les propriétés chimiques de l'albumine avec laquelle elle est isomère. Sa formule atomique est

$$10\ (C^{40}\ H^{30}\ A^{35}\ O^{10}) + S$$

celle de l'albumine étant :

$$10\ (C^{40}\ H^{30}\ A^{35}\ O^{10}) + S\ P\ H^{2}.$$

On voit qu'elles ne diffèrent ensemble que par le sulfure de phosphone que la seconde contient au lieu du soufre.

Substituée à l'albumine dans les opérations photographiques, elle a sur cette dernière les avantages suivants :

1° Elle ne se dessèche pas aussi complétement et par conséquent elle est moins susceptible de s'écailler, de se fendre, et peut supporter une plus grande proportion d'iodure, sans le laisser cristalliser.

2° La couche qu'elle fournit étant moins tenace, moins cornée, et plus poreuse, produit des épreuves plus harmonieuses, et sans donner une surface aussi impressionnable que celle du collodion elle est plus sensible que l'albumine seule, surtout en y ajoutant du miel ou de l'amidon soluble.

3° Sa grande fluidité la rend facile à filtrer et à étendre à la surface de la glace. Elle est d'ailleurs exempte des filaments que contient presque toujours l'albumine.

§ 17.

Préparation de la caséïne. — Manière de la conserver.

Pour préparer la caséine, on prend : un litre de lait écrèmé, on y ajoute environ 15 gouttes d'un acide mêlé à 30 grammes d'eau ; on peut choisir à volonté l'acide hydrochlorique, l'acide acétique ou l'acide sulfurique.

Le mélange fait, on le laisse reposer 10 à 12 heures ; le précipité qui est de la caséïne coagulée est recueilli sur un filtre. C'est un corps blanc, opaque, assez sembla-

ble à de l'albumine coagulée dans un état de division extrême, inodore, insipide, insoluble dans l'eau et dans l'alcool. A l'état sec la caséïne conserve comme nous l'avons dit un aspect gommeux. Elle rougit le papier bleu de tournesol, même désséchée à + 145°.

Elle forme des liqueurs neutres avec les carbonates alcalins et se dissout en grande quantité dans les alcalis caustiques ou carbonatés.

Le précipité étant lavé 3 ou 4 fois avec de l'eau pure, on le mélange avec du carbonate de baryte nouvellement préparé, ou bien on le dissout dans du carbonate ou du chlorydrade de soude. On peut même employer l'azotate ou l'iodure de potasse.

L'acide étant ainsi saturé, on filtre la liqueur, et on fait évaporer avec précaution jusqu'à consistance d'un sirop. Au contact de l'air, pendant cette opération, on voit apparaître à la surface une pellicule blanche analogue à celle que produit le lait chauffé. Quand tout le liquide a disparu il reste une masse amorphe d'un jaune d'ambre, sans odeur, et d'une saveur fade. La solution de ce corps est coagulée par l'alcool et les acides, elle est précipitée par les sels terreux et métalliques. Avec la chaux, on obtient un composé insoluble et imputrescible qui se durcit et permet la conservation de la caséïne préparée. Sans cette précaution, et seulement avec l'humidité de l'air, elle entre en putréfaction et dégage une odeur insupportable.

Lorsqu'on voudra préparer au moyen du caséate ainsi obtenu une portion de caséïne pure, il suffira d'en faire digérer quelques morceaux dans de l'acide chlorhydrique ou acétique. On laissera un excès de caséate pour être sûr que l'acide est neutralisé, on filtrera, on lavera avec soin le précipité et il sera prêt à l'usage.

§ 18.

Formule de la solution à étendre sur les glaces.

La liqueur que l'on étend sur les glaces se compose ainsi :

Sirop de caséïne amené à la consistance de l'albumine	90gr »»
Albumine	60 »»

ajoutez une solution composée de :

Eau distillée.	15gr »»
Miel pur.	3 20
Amidon soluble	1 »»
Iodure d'ammonium.	2 50
Brômure d'ammonium.	» 60
Teinture d'iode nouvelle.	5 gouttes.

§ 19.

Méthode opératoire complète.

La méthode opératoire est semblable à celle qu'on emploie pour étendre l'albumine à la surface de la glace.

On sèche de la même manière, et on sensibilise dans un bain composé de :

Eau distillée	30gr »»
Nitrate d'argent cristallisé	8 »»
Nitrate de zinc fondu	4 50
Acide acétique cristallisable	5 »»

nous avons, à l'expérimentation, trouvé ce bain très-chargé en argent d'un emploi moins commode et nous avons porté à 60 grammes pour la même quantité de matière le volume d'eau distillée.

L'exposition de la glace sensibilisée lavée et séchée est moins longue que pour l'albumine pure, on peut obtenir un bon négatif, dans des conditions de lumière d'été, en 1 minute 1/2.

On développe au moyen de la solution suivante :

Eau distillée	1 litre.
Acide pyrogallique	1gr »»
Acide gallique	4 50
Acide acétique cristallisable	5 »»

on ajoute au besoin quelques gouttes d'une solution faible d'azotate d'argent.

Fixez à l'hyposulfite saturé, lavez, gommez et vernissez.

Cette préparation albuminoïde s'applique parfaitement au procédé Taupenot, et jamais dans ce cas la couche ne se fend ni se soulève. On peut également s'en servir superposée à une couche de collodion sensibilisé.

SEPTIÈME PARTIE

DES PROCÉDÉS

A COUCHES SUPERPOSÉES ET DU COLLODION SEC.

§ 1er.

Alliance de l'albumine et du collodion. — Épreuves négatives. — Généralités sur les procédés à couches superposées.

Suivant que chaque opérateur a employé les deux substances superposées dans un certain ordre, sensibilisées ou non, on a obtenu des modes d'opérer différents, et des épreuves ayant des qualités particulières. Aussi, dès l'abord, sommes-nous obligés d'introduire dans cette partie plusieurs grandes divisions.

I. Albumine pure iodée sur collodion ioduré.
II. Albumine mélangée iodée sur collodion ioduré.
III. Albumine iodée sur collodion naturel.
IV. Albumine naturelle sur collodion ioduré.
V. Collodion ioduré sur albumine iodée.
VI. Collodion ioduré sur albumine brômuré.
VII. Gelatine sur collodion ioduré.

Les prôneurs n'ont pas manqué à chaque combinai-

son nouvelle qui a surgi depuis la découverte du type primitif : albumine iodée sur collodion ioduré. Ce procédé inventé par M. Taupenot a gardé son nom, et malgré une assez grande délicatesse d'éxécution, a fourni beaucoup de bonnes épreuves.

C'est ici, plus que jamais, avant d'entamer ces chapitres, qu'il est besoin de se recueillir ; la quantité de formules données étant telle qu'il en est résulté un chaos complet. De ce conflit sont cependant sorties deux vérités, c'est d'abord que les deux substances se complètent l'une par l'autre ; en second lieu que pourvu que l'une des deux soit sensibilisée, on obtient une épreuve. Reste la question du mauvais ou du passable, au meilleur ; c'est là le point délicat. Ne perdons pas de vue qu'un grand soin, une méticulosité constante dans les précautions sont des gagesd e succès et répétons les procédés qui nous auront le mieux réussi.

Il est une précaution commune à tous les genres de procédés à couches superposées, où le soulèvement des bords est à craindre et compromet souvent la venue des épreuves. Cette précaution consiste à faire fondre à feu doux dans une bassine de porcelaine 3 millimètres d'épaisseur de cire vierge ; on plonge entièrement les quatre côtés de la glace dans cette petite couche de cire, et l'adhérence des surfaces sensibles au verre est beaucoup augmentée.

On peut même quand on ne se sert pas de boîtes à

escamoter, prendre cette précaution avant la sensibilisation quand l'albumine est sèche sur le collodion.

Tous ces procédés, employés à sec, exigent des lavages abondants pendant la préparation des surfaces sensibles; en campagne, alors qu'on a quelquefois peu d'eau à sa disposition, on peut abréger ces lavages tout en enlevant d'une manière absolue les traces de nitrate d'argent nuisible.

Au sortir du bain d'argent, on lave un peu pour chasser la couche ruisselante, puis on plonge dans une cuvette contenant de l'eau dans laquelle on a fait fondre du sel ordinaire (chlorhydrate de soude ou chlorhydrate d'ammoniaque), suivant ce que l'on a sous la main. Au bout d'un temps d'autant plus court que l'eau sera plus salée, retirez et lavez légèrement, la couche ne contient plus de sel d'argent.

§ 2.

1. Albumine pure iodurée sur collodion ioduré. — (Procédé Taupenot, inventeur.) — Premier procédé et sa méthode opératoire.

Ce procédé consiste dans la superposition d'une couche d'albumine sensibilisée, à une couche de collodion également sensibilisé. M. William Law eut l'idée d'employer le collodion et l'albumine associés, mais son procédé diffère essentiellement de celui de M. Taupenot,

M. Law n'a employé l'albumine que pour tirer parti d'un vieux collodion et avoir un peu plus de rapidité, mais non pour faire du collodion sec. Son albumine non iodurée après avoir été étendue sur la glace est séchée et recouverte du collodion.

Du collodion. M. Taupenot ne prescrit aucune règle spéciale à ce sujet, le premier venu lui sert. Il faut remarquer cependant qu'avec son procédé, de même qu'avec celui qu'on emploie ordinairement, le collodion clair donne plus de rapidité, et le collodion épais plus de profondeur, d'adhérence et d'harmonie, en admettant toutefois la même nature d'albumine; dans les deux cas, quel que soit le collodion employé, il est sensibilisé au moyen de l'iodure d'ammonium dans la proportion de 1 0/0, on peut lui ajouter avec avantage un brômure dans la proportion d'1 millième et cela sans crainte que ces sels ne portent préjudice aux épreuves, car le bain d'argent le décomposera avant qu'on ait fait usage de l'albumine. Nous croyons que les brômures, mieux que les iodures, reproduisent certaines couleurs; on a objecté que cette propriété n'existe plus dès que le brômure est sec. Nous croyons que sec, le brômure donnerait une épreuve trop faible et incomplète, mais, associé à l'iodure dans une certaine proportion, il agit sur le groupement des molécules et même à sec, donne une couche plus rapidement impressionnable.

De l'albumine. L'albumine ordinaire de l'œuf est celle

que l'on emploie ; après l'avoir séparée des germes et du jaune, on y ajoute 25 0/0 d'eau. Il faut alors l'iodurer, battre en mousse, laisser reposer 24 heures et séparer la partie claire. L'inventeur préfère employer l'albumine fermentée dont voici la préparation :

Albumine (20 ou 40 blancs d'œuf).	1 litre.
Miel blanc, environ.	10 0/0
Iodure de potassium dissous dans la plus petite quantité d'eau possible	1 0/0

mélangez bien le tout, ajoutez-y un morceau de levûre de bière gros à peu près comme une noix, versez dans un grand vase à l'abri de la poussière et maintenu à une température de 18 à 25 degrés ; la fermentation se produit, la grande quantité de gaz qui se dégage, fait mousser l'albumine. Dès qu'il n'y a plus de sucre, après quelques jours, le développement du gaz cesse ainsi que la mousse, et l'on sent une assez forte odeur de bière. La fermentation est terminée. L'albumine qui a pris alors une belle couleur jaune d'ambre, se filtre très-vite, mousse peu, s'étend facilement et se conserve bien.

Il faut la filtrer dans de petits flacons de 100 à 200 grammes afin de ne pas avoir à craindre l'action de l'air sur un flacon entamé. Cette fermentation de l'albumine facilite sur les glaces la formation d'une couche égale, et mince ; elle se dessèche bien et ne risque pas dans cette action de soulever le collodion de la plaque.

Manière de collodionner et préparer les glaces. Ici

comme dans tous les autres procédés, il faut apporter le plus grand soin dans le nettoyage des glaces. On peut n'employer que l'eau acidulée par l'acide nitrique et l'essuyer avec précaution.

Il est essentiel de ne pas toucher avec les doigts la surface que l'on doit collodionner, parce que le collodion et l'albumine se soulèveraient en cloches à ces places grasses et la glace ne pourrait pas servir. M. Lemoyne propose pour éviter ces soulèvements, d'ajouter, quelques jours avant de s'en servir, un peu de sucre candi à l'albumine.

Dès que la glace est bien nettoyée on la collodionne comme à l'ordinaire, on la nitrate de même dans le bain qui doit recouvrir la surface collodionnée, puis on lave soigneusement à l'eau distillée, en renouvelant souvent l'eau.

Manière d'albuminer les glaces. Après l'opération du lavage, quand la glace a été légèrement égouttée et qu'elle est encore humide, on la prend par un angle et on fait couler l'albumine sur toute sa surface. Elle s'étend facilement, et chasse devant elle toute l'eau qui restait sur la plaque. Cette opération achevée, on fait couler par un coin le surplus de l'albumine que l'on doit jeter, parce qu'elle est mélangée d'une trop grande quantité d'eau; puis, pour éviter la poussière, on appuie la glace presque verticalement contre un mur, au lieu de la placer horizontalement dans la boîte à rainures. On doit la poser sur l'angle qui a servi à

l'écoulement de l'albumine, et mettre sous cet angle un papier buvard plié en quatre.

En opérant de cette manière, on n'a qu'une couche très-mince d'albumine, qui peut sécher dans une demi-heure ou au plus dans une heure, avantage réel et important, surtout en voyage, car il permet de préparer en peu de temps un grand nombre de glaces.

Dans le cas où l'on voudrait encore accélérer le séchage des glaces, on peut l'opérer au moyen d'un fourneau ou d'une lampe à alcool. On n'a pas à craindre la diminution de sensibilité ou de finesse du cliché. Ce moyen est bon pour éviter les cloches ou soulèvement de l'albumine. Il faut prendre garde, en chauffant les glaces à la lampe, de ne pas le faire au point de les casser, ce qui peut arriver quand on n'a pas l'habitude de ce maniement. Cependant comme l'adhésion du collodion à la glace est facilitée par la chaleur, il sera bon, dès le commencement, de la chauffer sur un fourneau garni d'un peu de braise. On peut alors conserver les glaces pendant longtemps, car on en a essayé préparées ainsi depuis trois mois et conservées sans précautions; le résultat qu'elles ont donné a été assez satisfaisant. D'après les expériences faites par M. Taupenot, tout semble prouver qu'il est possible de faire en pleine lumière toutes les opérations préalables à la préparation des glaces. Cependant il vaut mieux ne les faire qu'à la lumière artificielle.

Sensibilisation des glaces. Pour sensibiliser les glaces après leur préparation, on emploie le bain d'acéto-nitrate composé de :

Nitrate d'argent	10	parties.
Acide acétique	10	—
Eau distillée	100	—

Ce bain sera filtré avec soin avant de s'en servir. Il doit être placé en abondance dans une cuvette longue et profonde, qui sera inclinée pour l'amener à une des extrémités comme d'habitude. La glace y est plongée de manière que la face albuminée soit tournée à la partie supérieure; puis, on baisse la cuvette pour couvrir la glace du liquide que l'on agite pour que la combinaison ait lieu facilement. Cette opération ne doit durer que 10″. On lave à l'eau distillée, et l'on emploie la glace humide ou on la conserve sèche à l'abri de la lumière et de l'air.

Employées le jour même ou le lendemain de la préparation, ces glaces présentent une grande sensibilité; elles conservent cette propriété (en décroissant cependant), aussi longtemps que les glaces albuminées directement à la manière ordinaire.

Durée de l'exposition à la chambre noire. On peut donc employer le collodion qui marche bien ordinairement, et après l'avoir albuminé, s'en servir à sec, et conserver la durée de pose qui est habituelle.

Le collodion, préparé à l'iodure d'ammonium, s'im-

pressionne avec une très-grande rapidité, et l'on peut obtenir des vues, des groupes sur des plaques nitratées préparées de la veille, avec un objectif double ou simple, dans un espace de temps variable de 6" à 1'.

Il est à remarquer que ce procédé de M. Ta upenot, malgré sa rapidité, n'exige pas une grande précision dans la pose, surtout si l'image est amenée très-lentement dans un bain d'acide gallique, dans lequel il y aurait très-peu d'acéto-nitrate.

Manière de faire venir l'image. Les glaces sont traitées, soit par l'acide gallique, soit par l'acide pyrogallique.

L'image vient lentement, mais très-bien, dans une dissolution d'acide gallique saturée, en y ajoutant quelques gouttes d'acéto-nitrate neuf. Le temps que l'on met à la faire paraître varie jusqu'à trois jours, en raison de la quantité d'acéto-nitrate dont on se sera servi, et de la durée de la pose.

Les clichés développés de cette manière sont plus durs d'aspect que ceux que l'on révèle par l'acide pyrogallique. Nous croyons donc qu'il vaut mieux se servir d'acide gallique qui donne beaucoup plus d'oppositions. Ainsi, si l'on opère par un temps couvert, sombre, ce développement fait ressortir les nuances, et les effets de lumière sont moins uniformes. Le défaut général du procédé est de tendre à donner des épreuves un peu grises et sans effet.

Dans le cas où l'on voudrait mettre plus de célérité dans l'opération, il vaut mieux employer l'acide pyrogallique. La solution est composée de :

Eau distillée.	100
Acide pyrogallique	1/2 0/0
Acide acétique	6 0/0

On mélange cette liqueur en volume égal avec une solution de :

Nitrate d'argent. , . . , ...	2 0/0

On verse le mélange sur la glace mouillée à l'eau distillée, précaution qui empêche les temps d'arrêt. On le ramène dans le verre, puis sur la glace, et ainsi de suite jusqu'à développement suffisant de l'image, ou alors que le mélange est décomposé entièrement, ce qui se reconnaît à son aspect boueux, et aux moirures d'argent métallique qui nagent à sa surface, et pourraient adhérer à la couche, ce qui la tacherait.

Quand l'exposition a été faite en plein soleil, les oppositions sont vives, on emploie de préférence l'acide pyrogallique additionné de 8 0/0 d'acide acétique. — Dans ce cas, comme dans tous ceux où on fera usage de l'acide pyrogallique il faut craindre les taches, filtrer le bain d'acéto-nitrate avec un soin tout particulier au moment de l'employer, et laver avec abondance la glace et l'image qu'elle porte.

L'acide gallique nécessite moins de précautions, mais il faut que la pose soit plus longue.

Le bain de sulfate de fer peut s'employer aussi avec succès, il produit un développement presque instantané de l'image, mais il exige une trop grande précision dans la durée de l'exposition.

Le fixage s'opère par les procédés ordinaires à l'hyposulfite saturé.

§ 3.

II. Albumine mélangée, iodée sur collodion ioduré.—Premier procédé.

A. Du collodion.

De sa composition dépend en grande partie la réussite des épreuves; aucune formule n'est nécessaire, voici pourquoi : ce collodion doit être peu chargé de pyroxyle, adhérant fortement au verre et disposé à former une couche perméable plutôt farineuse que continue. On rencontrera une partie de ces qualités en prenant un collodion abondant en éther, un peu vieilli et sensibilisé par l'iodure de potassium. Nous ferons voir (§ 10 de cette 7e partie) quelle action exerce ce corps en se décomposant sur la contexture du pyroxyle.

On peut employer la formule suivante :

Collodion normal à 3 0/0 de coton-poudre	25 cc
Ether sulfurique à 62°	90
Alcool à 40°	60
Iodure de potassium broyé dans l'alcool ci-dessus. . .	1 80

Conserver à l'obscurité.

B. De l'albumine (mélangée).

Dissolvez dans :

Eau distillée	100 cc
Dextrine n° 1, très-belle	15

Aidez-vous d'une douce chaleur pour obtenir un liquide parfaitement limpide, et filtrez tiède pour enlever les impuretés que contient toujours la dextrine.

Prenez alors :

Albumine (3 œufs environ)	100 cc
Eau dextrinée ci-dessus	60
Iodure de potassium	1 gr

Battez fortement au balai de bois, laissez reposer une nuit, et tirez au clair la partie reposée en la filtrant sur une petite éponge enfoncée dans l'entonnoir.

C. Bain d'argent :

Eau distillée	100 grammes.
Azotate d'argent cristallisé	8 —
Acide acétique cristallisable	5 —

D. Marche de l'opération :

Collodionnez la glace, sans bourrelet au bas, autant que possible;

Sensibilisez au bain d'argent;

Lavez dans une grande cuvette d'eau filtrée, puis par un flacon-laveur;

Égouttez quelques secondes;

Versez à la surface une portion d'albumine, promenez en tous sens sur la plaque pendant une minute environ; rejettez l'excédant par un angle, ceci est perdu

à cause du mélange de l'eau qui couvrait la couche du collodion et que l'albumine a dû remplacer;

Mettez debout sur un angle sur du papier buvard; laissez sécher naturellement;

Sensibilisez une seconde fois au bain d'argent pendant 20″ à 40″ au plus;

Lavez quelques secondes, puis au flacon-laveur, mais pas trop, la sensibilité en serait émoussée;

Versez alors à la surface de l'albumine la solution suivante :

Eau distillée.	100 cc
Alcool contenant 2 0/0 d'acide pyroollique.	1 cc

Rejetez l'excédant, et mettez à sécher debout contre un mur;

Conservez au sec et à l'obscurité : deux mois après la sensibilité n'a pas changé.

E. Pose,

Pour stéréoscope, objectif 1/4 simple : 1′ à 4′ suivant la nature des objets.

F. Développement.

Eau saturée d'acide gallique, filtrée, dont on couvre la glace mise de niveau; au bout de 5′, versez dans un verre, ajoutez quelques gouttes de solution faible d'acétoazotate d'argent, reversez sur la glace et laissez venir.

G. Fixage.

A l'hyposulfite de soude saturé; lavez abondamment.

Gommez, séchez et vernissez.

§ 4.

Deuxième procédé. — Dosage et manière d'opérer.

A. Du collodion.

Il doit être de qualité tenace sans cependant être trop rapide à sécher et contenir assez de pyroxiline pour résister au retrait de l'albumine.

C'est de tous les procédés analogues le plus facile et le plus fécond en résultats satisfaisants, c'est en même temps le plus sensible, ce qui offre de grandes ressources en bien des cas.

Prenez d'abord :

Collodion ordinaire.	75 à 80 cc
Alcool à 40°.	20 à 25
Iodure d'ammoniaque.	1 gr
Brômure d'ammoniaque.	0 25

Laissez bien reposer et décantez pour avoir une couche parfaitement pure :

Sensibilisez dans un bain d'argent *neutre* ordinaire.

Eau distillée.	100 grammes.
Azotate d'argent fondu.	7 —
Iodure d'ammonium.	à saturation.

B. De l'albumine.

Préparez d'autre part 2 à 3 jours à l'avance l'albumine suivante : pourvu que le flacon où on la conserve

soit plein et bien bouché, elle s'améliore en vieillissant :

Albumine.	70 à 75 cc
Eau distillée.	25 à 30
Iodure d'ammoniaque.	1 gr
Brômure d'ammoniaque.	0 25
Acétate de chaux.	0 50

Le mélange fait, battez ensemble en neige épaisse, et laissez déposer vingt-quatre heures, après quoi vous tirerez au clair et mettrez en flacons.

La glace étant recouverte de collodion, en la tenant simplement sur un tampon de linge mouillé d'eau distillée, on la plonge au bain d'argent; on la retire quand l'opération est complète, on lave grossièrement au flacon-laveur; on étend l'albumine très-facilement après avoir égoutté un peu, et on plonge au bain d'acéto-nitrate.

Eau distillée.	100 cc
Azotate d'argent cristallisé.	8
Acide acétique cristallisable.	8

La glace y reste 20" à 30"; retirez, lavez très-abondamment, et finalement laissez sécher debout contre un mur et sur du papier buvard neuf.

Avec un objectif orthoscopique, la pose varie de 15" à 1', rarement plus.

C. Développement.

Au retour, plongez dans un bain de développement ainsi composé :

Eau	1000 cc
Alcool 36°	100
Acide pyrogallique	1
Acide gallique	3
Acide acétique cristallisable	15 à 20

On peut en couvrir seulement la surface de la glace mise de niveau. Au bout de 10', on reverse dans le verre, et on ajoute un peu de solution faible d'argent.

On peut encore passer la plaque au retour pendant 1' dans le bain d'acéto-nitrate ; le développement marche plus vite, mais il faut prendre garde aux taches et aux moirures d'argent réduit.

D. Fixage et renforcement.

Fixez à l'hyposulfite de soude en dissolution saturée, cette opération dure environ 10 minutes.

Renforcez au bichlorure de mercure si besoin est, et dans ce cas vernissez.

Sans renforcement, vous lavez avec beaucoup de soin, vous laissez sécher verticalement devant un mur. Si l'image a été longue à venir, et par conséquent formée d'un dépôt d'argent et de carbone très-superficiel, gommez encore humide, et vernissez quand le négatif sera sec.

§ 5.

III. Albumine iodurée sur le collodion naturel. — Les avantages de cette méthode.

Ce procédé remplace parfaitement l'albumine sur verre seule, et présente moins de difficulté dans l'extension sur la glace.

Il faut préparer la veille :

Albumine, 6 œufs.	200	grammes.
Iodure d'ammonium.	1	—
Iodure de potassium.	2	—

Ces deux sels aussi purs que possible.

Battez en neige pendant 15', laissez reposer, et le lendemain décantez et mettez en flacon parfaitement plein et bien bouché ; cette albumine se conserve indéfiniment. Si vous en faites une grande quantité, séparez-la par petits flacons de 100 gr.

Composez le collodion naturel suivant :

Pyroxiline.	1	grammes.
Ether sulfurique 62°	160	—
Alcool 40°.	40	—

Procurez-vous une bonne *Poignée pneumatique* bien garnie de sa substance grasse, que vous fixez au centre de la glace : étendez le collodion et laissez prendre comme pour mettre au bain d'argent, projetez alors à la surface l'haleine pour que l'albumine ne fasse pas de marbrures.

Coulez l'albumine sur la couche de collodion. Vous en faites une pendant que la couche de collodion prend sur l'autre.

Vous avez dans un coin du laboratoire un petit fourneau rempli de charbons allumés et dégagés de cendre autant que possible ; il vaut encore mieux un gril à gaz s'il y en a dans la localité. Suspendez au-dessus une ficelle terminée par une boucle, fixez-y rapidement par la poignée pneumatique la glace que vous venez d'albuminer, et faites tourner rapidement quelques secondes la glace présentant la couche albuminée au feu en contrebas.

La force centrifuge chassant aux bords le bourrelet d'albumine, la chaleur coagule rapidement la couche mince qui lui est offerte ; sans cela le bourrelet tend à se détacher lors du développement; on peut avant de chauffer l'enlever en partie, en passant le doigt tout autour de la glace. Cette précaution est toujours utile. On peut aussi se servir de l'appareil décrit fig. 60, page 219.

Les glaces que l'on a choisies ont dû être rodées sur les bords pour que l'adhérence de l'albumine soit aussi complète que possible, et les quatre coins ont dû être exactement couverts lors de l'extension du collodion.

Détachez la poignée pneumatique, et quand vous avez un nombre suffisant de glaces albuminées, laissez bien sécher à l'abri de l'humidité et de la poussière.

Bain d'argent :

Eau distillée.	100 cc
Azotate d'argent cristallisé.	10
Acide acétique cristallisable.	5

Ayez soin que le nitrate d'argent ne contienne pas de potasse, vous n'obtiendriez rien de bon comme image mais tous les accidents possibles ; sa pureté absolue est de rigueur.

La glace ne fait qu'entrer et sortir dans ce bain ; on la pose debout contre le mur sur du buvard pendant qu'on en sensibilise deux autres, puis on lave les trois à la fois abondamment et enfin à l'eau distillée.

Laissez sécher debout, et conservez un temps extrêmement long.

Un séjour plus prolongé dans le bain d'argent produit toujours des voiles sur l'image.

Posez pour le stéréoscope, deux à trois minutes : une minute au soleil souvent, quelquefois jusqu'à cinq minutes sur des arbres.

Développement :

Acide gallique.	3 grammes.
Eau distillée.	1000 —

Dissolvez et filtrez attentivement.

Plongez-y la glace. Au bout de quinze à trente minutes, quand la couche est bien imprégnée, ajoutez quelques gouttes de solution faible d'azotate d'argent.

Le développement complet demande une heure à une

heure et demie; il a beaucoup de rapports avec celui du papier ciré.

Lavez quand il est complet, fixez avec hyposulfite saturé, lavez encore et laissez sécher. La fixation demande environ 10' pour être bien complète.

On peut renforcer après le dernier lavage une épreuve sur albumine qui n'a pas toute l'intensité qu'on désire : pour cela on la couvre de bichlorure de mercure ou de protochlorure de palladium dissous à saturation dans l'eau à la température ordinaire, ou environ 1 pour mille d'eau.

Le premier effet est de noircir, s'il suffit, on peut s'en tenir là. Sinon il faut laisser agir, l'image devient blanche de part en part ce dont on s'assure en regardant de l'autre côté de la glace, on lave alors, et on verse en commençant par un angle une dissolution d'hyposulfite de soude. La couche redevient d'un noir velouté très-intense.

On lave soigneusement et on vernit.

§ 6.

IV. Albumine naturelle sur collodion ioduré.

Ce procédé est basé sur ce que la coagulation par le nitrate d'argent, de l'albumine très-étendue d'eau s'effectue d'une manière plus lente et affecte une forme pulvé-

rulente, tandis que dans l'albumine pure, le coagulum est rapide et homogène.

Prenez :

Albumine.	100 cc
Eau distillée.	100
Ammoniaque liquide.	45

battez le mieux possible, laisser reposer, filtrez à l'éponge et conservez dans un flacon bouché, sur un morceau de camphre.

Mélangez pour vous en servir une partie de cette solution à 19 parties d'eau filtrée.

La glace étant collodionnée et sensibilisée, vous la sortez du bain d'argent et la placez après avoir égoutté une demi-minute, la face collodionnée en-dessus dans une cuvette soulevée ou vous avez versé de la solution diluée d'albumine assez pour couvrir la glace d'un seul coup. C'est la même manœuvre que pour plonger une glace collodionée au bain d'argent, il est remplacé ici par la solution d'albumine.

Promenez par un mouvement ondulatoire la solution sur la glace jusqu'à ce que le liquide soit entièrement troublé, retirez la glace, lavez avec soin, mettez à sécher verticalement, et conservez pour l'usage.

Le développement se fait avec tous les agents habituels.

Le fixage au cyanure est bon.

§ 7.

V. Collodion ioduré sur albumine iodurée.

A. Préparation de l'albumine.

Mettez dans un vase, pour battre en neige au balai de bois et laisser reposer une nuit :

Albumine (3 œufs environ)	100 cc
Eau distillée	25
Brômure d'ammoniaque	» gr 40
Chlorhydrate d'ammoniaque	» 02
Sucre de lait	» 10
Ammoniaque liquide	1 cc

Versez dans un entonnoir garni d'éponge pour filtrer. Cette albumine assez fluide en raison du 1/4 d'eau qu'elle contient, s'étend bien, mais n'a pas assez de corps pour être employée seule.

B. Du Collodion.

Collodion normal (3 0/0 pyroxile)	30 cc
Ether	120
Alcool	80
Iodure de potassium	» gr 50
Iodure d'ammoniaque	1
Brômure d'ammoniaque	» 50

C. Du bain d'argent.

Eau distillée	100 cc
Azotate d'argent cristallisé	6 gr
Acide acétique cristallisable	1 cc

D. Marche de l'opération.

Versez sur la glace bien sèche, en hâlant l'haleine légèrement à sa surface, l'albumine en excès afin de la couvrir en entier; versez alors le surplus dans un entonnoir garni d'éponge placé sur un flacon, et posez sur un angle contre le mur et sur du papier buvard un peu humide d'eau distillée, la glace albuminée. Préparez-en une seconde et ainsi de suite, en remettant toujours l'excès d'albumine dans l'entonnoir, vous continuez avec celle-ci en reportant l'entonnoir sur le premier flacon et marchez ainsi jusqu'à épuisement de l'albumine.

La couche d'albumine étant sèche, collodionnez la glace par dessus, et sensibilisez au bain d'argent, pendant 3 à 4'.

Lavez abondamment à la cuvette et au flacon, et faite sécher doucement dans une boîte à rainure ou contre le mur à l'obscurité.

E. Développement.

Mouillez sans bulles la surface de la couche en posant la glace dans une cuvette d'eau distillée comme pour la sensibiliser.

On peut également repasser 1' la glace au bain d'argent, bien égoutter et la couvrir de la solution suivante.

Acide pyrogallique.	» gr 50
Acide acétique cristallisable.	4 cc
Eau distillée.	150

Ou bien.

Eau distillée sat. de protosulfate de fer.	20 cc
Eau distillée.	100
Acide acétique cristallisable.	4
Alcool.	2

(Voir § 5. du chapitre collodion sec) page 189 *Art du Photographe*, 2e *édition*.

F. Fixage à l'hyposulfite de soude saturé ou au Cyanure de potassium à :

Eau.	100
Cyanure.	2

G. Renforcements divers.

Voyez 3e partie, § 49 XIV page 177, ouvrage ci-dessus cité, et dans celui-ci § 5, 6e partie.

H. Gommez, séchez et vernissez.

Voyez 3e partie § 41 et 42, même ouvrage, page 154.

§ 8.

VI. Collodion ioduré sur albumine brômurée.

A. Recouvrez la glace bien nettoyée d'une couche de :

Albumine d'œufs frais.	240 gr
Eau distillée.	60
Brômure d'ammoniaque.	1
Chlorhydrate d'ammoniaque.	» 05
Sucre de lait.	» 20
Ammoniaque	20 gouttes.

Battez en mousse; laissez reposer une nuit, filtrez sur

une éponge, ajoutez, pour retarder la décomposition, un fragment de camphre ou de charbon.

Crainte des bulles et des stries sur la glace, prenez deux flacons à large ouverture ; dans l'un et sur une éponge imbibée d'eau distillée, filtrez une portion de la solution albuminée suffisante pour remplir presque le flacon. Albuminez et versez l'excès de chaque glace dans le second flacon, qui, à son tour, pourra être employé.

Chaque glace préparée doit être placée de champ, la face en-dessous, à l'abri de la poussière, la partie inférieure reposant sur un cahier de papier buvard.

B. Cette opération faite, mettez sur la glace une couche de collodion composé de :

Ether	150 gr
Alcool	90
Iodure de potassium	0 50
Iodure d'ammoniaque	» 90
Brômure d'ammonium	» 90
Pyroxyle, environ	» 90

C. Passez au bain sensibilisateur composé de :

Eau distillée	300 gr »»
Nitrate d'argent	20 »»
Acide acétique cristallisable	10 gouttes.

Immergez ensuite dans l'eau distillée ; lavez doucement et longtemps. La glace, ainsi préparée, doit sécher sans recevoir de lumière, dans une boîte d'étain au fond de laquelle on met quelques feuilles de bu-

vard, et au centre une soucoupe remplie d'acide sulfurique anhydre.

D. Pour développer l'image, versez sur la glace de l'alcool étendu d'eau; lavez à l'eau distillée, puis étendez sur la couche impressionnée une solution composée de :

Eau distillée.	240 gr 00
Acide pyrogallique.	0 72
Acide citrique.	1 18
Acide acétique cristallisable.	3 50

Versez le surplus dans un verre en y ajoutant cinq ou six gouttes de solution de nitrate d'argent à 2 0/0.

E. Le développement achevé, lavez et fixez avec une solution de cyanure de potassium (0 gr. 25 pour 30 gr. d'eau), ou avec une solution d'hyposulfite de soude. Lavez et vernissez.

§ 9.

VII. Gélatine sur collodion ioduré. — Avantages de la gélatine, préparation de ce produit.

La gélatine présente plusieurs propriétés qui peuvent la faire préférer à l'albumine en certains cas. En effet, le nitrate d'argent n'agit pas sur elle aussi rapidement que sur l'albumine; la chaleur et l'argent la coagulent moins facilement. On se la procure et on la prépare

plus aisément, et enfin elle donne une solution plus uniforme et d'une plus longue conservation.

Il faut prendre le plus grand soin que les glaces soient parfaitement sèches, employer la chaleur si cela est nécessaire, surtout si elles ont été nettoyées avec des solutions aqueuses. Si elles l'ont été avec une solution alcoolique, cette précaution est moins nécessaire.

Etendez à la surface de ces glaces une couche du collodion suivant :

Collodion pharmaceutique épais.	1 50 cc
Ether sulfurique.	» 25
Alcool à 40°.	» 70
Iodure de cadmium.	0 gr 60
Iodure d'ammonium.	» 60
Iodure de Calcium.	» 40
Brômure d'ammonium.	» 60

Ce collodion doit former une couche qui s'étende facilement sans être trop liquide ; sensibilisé dans un bain de nitrate d'argent fondu à 8 0/0, il doit présenter une couche transparente et opaline. Si elle apparaissait trop intense, il serait à craindre, en séchant, qu'il ne se formât un dépôt d'iodure d'argent. Retirez la glace du bain, égouttez-la complètement, et la plongez dans une cuvette pleine d'eau distillée, où elle restera pendant que vous ferez une autre glace. Lavez-la ensuite au flacon-laveur plein d'eau distillée. Egouttez et répandez à la surface comme le collodion une couche de la gélatine suivante :

Prenez :

Gélatine fine et blanche.	30gr »»
Acide citrique.	» 05
Eau distillée.	500

Faites bouillir jusqu'à dissolution, filtrez chaud et ajoutez : eau distillée, ce qu'il en manque par l'ébullition, pour compléter le demi-litre.

Pour répandre la gélatine, il faut tenir la glace sur les doigts écartés ou au moyen d'un support. Si le liquide qui doit former la courbe sensible touche les doigts, c'est une tache assurée. Placez alors la glace gélatinée à égoutter sur du papier buvard, et faites-la sécher horizontalement dans un four ou étuve chauffée de 40 à 45 degrés. Cette étuve se fait facilement avec une petite boîte munie d'un thermomètre et chauffée par une lampe à esprit de vin.

L'exposition est moins longue que celle de l'albumine, il vaut mieux la prolonger, la solarisation n'étant pas à craindre, et le développement pouvant être arrêté à volonté.

Pour développer l'image, lavez la glace dans un bain d'eau chauffée à 50 ou 60 degrés, et finissez par l'eau distillée.

Versez à la surface le développement ainsi composé :

Acide pyrogallique.	1gr 30
Acide citrique.	0 15
Alcool.	10 75
Eau distillée.	500 »»

Commencez le développement en ajoutant une petite quantité d'une solution de nitrate d'argent à 1/2 0/0 ; seulement vous pourrez augmenter la proportion d'argent à mesure que l'image se développera.

Si la couleur de la solution développante s'altère, rejetez-la et recommencez ; poussez le développement plutôt trop que pas assez.

Cette opération dure de trois à cinq minutes. Lavez et fixez en versant à la surface rapidement une solution de cyanure de potassium à 3 0/0, lavez et gommez, vernissez comme d'habitude.

L'emploi le plus habituel du collodion sec extra-rapide que nous avons mis dans le commerce depuis 1857 est l'obtention des épreuves stéréoscopiques. Cet usage habituel de ce produit nous avait engagé à donner dans un autre ouvrage la manière de préparer les glaces stéréoscopiques. Il est inutile de reprendre ici ce travail, le lecteur se reportera à : *l'Art du Photographe*, 2e *édition*, 4e partie, page 197. Il trouvera à la page 182 et suivantes tous les renseignements nécessaires pour se servir de ce produit, et en même temps se rendre compte des accidents pouvant se rencontrer dans son emploi.

Nous devons cependant ici entrer dans quelques considérations générales sur la méthode à employer pour composer ces collodions et sur la marche suivie dans leur recherche.

§ 10.

Du collodion sec. — Des qualités qu'il doit avoir. — Porosité de la couche. — Action des alcalis. — Formule du collodion.

L'iodure de potassium est un sel qui convient éminemment à sensibiliser le collodion, cependant il exerce à la longue sur la constitution du pyroxile une action particulière de désagrégation dont on peut tirer de bons résultats. Nous ne cachons pas que c'est à une action analogue, mais plus certaine et plus régulière que nous devons les propriétés remarquables de notre collodion sec rapide.

Un seul photographe, depuis nous, a semblé trouver un moyen analogue, c'est M. Duchochois; nous empruntons quelques extraits de sa recherche au journal photographique de Liverpool; ces citations nous permettront d'expliquer plus clairement le mode si curieux d'action de l'iodure de potassium, et d'autres corps analogues.

« Tous les photographes savent quelles difficultés on éprouve à trouver un collodion convenable pour les divers procédés de conservation, c'est-à-dire qui ne soit ni tenace ni contractile, mais *poreux*, *friable et adhérent*. Les collodions anciens sont recommandés comme possédant cette qualité. (*Fait isolé constaté par*

M. Montreuil de Tonnerre et qu'il ne put reproduire, comme bien d'autres opérateurs, ainsi que le remarque M. l'abbé Desprats.) Mais outre qu'ils sont souvent trop iodurés pour l'objet qu'on se propose, il est à remarquer que si les collodions préparés avec des iodures alcalins donnent de bons résultats, ceux iodurés avec des sels métalliques (de cadmium généralement), ne réussissent pas aussi bien (*nous avons vaincu cette difficulté, notre collodion sec est à base métallique; il fallait en effet qu'il fût stable et il ne pouvait l'être qu'ainsi*); car bien que ce collodion se colore, la couche cependant conserve pendant longtemps tous les caractères d'un collodion qui daterait d'une ou deux semaines. (*Il faut en effet que l'organisation du pyroxile soit profondément modifiée, mais que l'aptitude du collodion à se sensibiliser reste stable; ce qui n'aurait pas lieu avec un sel sensible qui fournirait par sa décomposition la modification du pyroxile.*)

« Croyant par expérience que les bases alcalines et métalliques réagissent d'une façon différente sur le pyroxile, je versai de l'ammoniaque liquide dans du collodion normal très-contractile se soulevant facilement et donnant une couche très-épaisse; il se troubla immédiatement, et après quelques heures, il donna une couche plus mince, très-poreuse et opaque. Il fallut vingt-quatre heures pour le clarifier, après quoi il prit une belle couleur d'ambre en laissant un précipité blanc de

pyroxile décomposé (cellulose). La potasse et la baryte caustiques en petites quantités agissent à peu près de la même façon. Les bases alcalines agissent donc très-puissamment sur le pyroxile, il est désorganisé et décomposé en partie. » (*Remarquez qu'il cite la potasse caustique en petite quantité.*)

« Ce point est très-important, il explique :

« 1° La grande fluidité des collodions préparés avec les iodures alcalins particulièrement quand on emploie l'iodure d'ammonium, et jusqu'à un certain point leur instabilité.

« 2° Pourquoi ces collodions donnent une couche qui a moins de corps et les causes d'insuccès qui en résultent.

« 3° L'avantage des collodions alcalins dans les procédés de M. Taupenot et autres et généralement dans toutes les préparations pour opérer à sec. La quantité d'ammoniaque doit être en raison de la tenacité du pyroxile employé : 0 gr. 25, par 30 gr. pour le collodion gélatiné, 0,12 seulement pour l'albumine.

« D'après les observations ci-dessus, j'ai adopté un procédé qui me permet d'opérer à sec avec certitude sans enduit préservateur.

Collodion :

Ether	21gr 30
Alcool	7 10
Pyroxile	» 30
Iodure d'ammoniaque	» 25
Ammoniaque liquide	4 gouttes.

Bain d'argent :

Eau	30gr »»
Nitrate d'argent	1 75
Acide acétique crist	2 gouttes.

Bain révélateur :

Acide gallique	30gr »»
Alcool	130 »»
Acide acétique crist	3 50
Camphre	1 »»

« Sensibilisation pendant 3 ou 4 minutes, pose et développement absolument semblable à notre méthode (Voyez *Art du Photographe*, page 181.) L'auteur termine par cette remarque très-juste.

« Comme il a été dit, ce procédé est très-rapide et l'excès de pose est à redouter. Si l'exposition a été trop longue, le ciel ne noircit pas, l'épreuve est trop uniforme, et ne prend pas assez d'intensité dans les grandes lumières. »

C'est vrai pour notre collodion, comme pour le sien.

Nous pouvons comprendre maintenant et bien nous rendre compte de l'effet de l'iodure de potassium. En présence des fermentations si faciles de l'alcool et de l'éther qui se transforment en acide acétique, en aldéhyde, et en d'autres produits à l'état naissant, une partie de l'iodure de potassium est décomposée, l'iode mis en liberté colore le collodion de plus en plus, soit à l'état de solution, soit à l'état de composé encore non isolé : la potasse caustique est libérée en présence du

pyroxile et produit cette action désagrégatrice observée par moi dès longtemps et par l'auteur cité depuis. Cette action ne s'arrête pas ; à mesure que l'iodure se décompose, de nouvelles quantités de pyroxile sont désagrégées, une partie se précipite en poudre blanche, l'iode colore la liqueur jusqu'au brun noir, et dans cet état, le collodion devient très-fluide, le pyroxile n'existe plus, c'est une teinture d'iode contenant plusieurs liquides étrangers dont l'odeur est facilement reconnaissable, et une grande quantité d'aldéhyde.

HUITIÈME PARTIE

DES ÉPREUVES POSITIVES

§ 1er.

Des épreuves positives sur papier albuminé. — Albuminage du papier. Chlorure d'or dans l'albumine.

Cette opération des plus délicates, et cependant d'une utilité indispensable quand il s'agit d'épreuves stéréoscopiques peut se faire de deux manières : ou à la cuvette ou au pinceau.

La même albumine sert pour l'une ou l'autre méthode.

Nous venons de faire remarquer que cette opération était délicate; ceci tient à la nature visqueuse de l'albumine, nature qui rend difficile l'obtention d'une couche d'un beau brillant exempte de bulles et de fils. Plus on diminuera cette viscosité, plus on aura de facilité à étendre une couche égale. Dans ce but on ajoute de l'ammoniaque liquide à la préparation. Non-seulement ce corps augmente la fluidité, mais il s'oppose à la facile

décomposition de l'albumine, substance animale d'une altération très-prompte, surtout pendant les chaleurs.

L'ammoniaque ajoutée étant très-volatile, s'évapore complétement pendant le séchage du papier et n'influe point sur les bains suivants. Sa seule action pourrait avoir lieu sur l'encollage de la feuille et serait désorganisante, mais on l'introduit en trop petite quantité dans l'albumine pour avoir à craindre cette action. Il faut seulement que la préparation ait une très-faible odeur ammoniacale, et il vaut mieux ajouter de temps en temps quelques gouttes, d'autant plus que le chlorure d'or en présence serait décomposé et l'albumine prendrait une couleur jaune brune qui fait craindre et produit souvent du jaune au fixage.

Les proportions du mélange sont celles-ci :

Albumine de 4 œufs frais, environ.	120 grammes.

Battez en neige solide la veille, le lendemain décantez soigneusement en évitant les germes.

Mettez dans un verre à expérience :

Eau distillée	15 cc
Chlorhydrate d'ammoniaque pur.	6 gr

remuez avec un agitateur, le sel en excès ne se dissoudra qu'à moitié; ajoutez :

Chlorure d'or.	0gr25

faites le fondre dans ce mélange qui prendra la couleur jaune des dissolutions d'or.

Ajoutez alors goutte à goutte de l'ammoniaque liquide jusqu'à ce que la liqueur se décolore absolument, vous aurez à ce moment un léger excès d'ammoniaque. Voici la réaction qui a eu lieu :

§ 2.

Réaction chimique de cette préparation.

Le sel d'or que vous avez fait dissoudre est un sesquichlorure d'or combiné le plus souvent à de l'acide chlorhydrique tant qu'il garde sa couleur jaune ; si au contraire l'excès d'acide a été évaporé par la chaleur, le sel d'or a une teinte brune verdâtre. En général, le sel que nous employons en photographie, est :

$$Au^2\ Cl^3,\ H\ Cl.$$

Tant qu'il est mis en présence du chlorhydrate d'ammoniaque :

$$AzH^3.\ HCl + HO,$$

l'excès de l'acide chlorhydrique empêche toute réaction, mais en neutralisant celui-ci par l'ammoniaque il se forme un nouvel équivalent de sel ammoniac et un chlorure double d'or et d'ammoniaque ; d'après l'équation :

$$Au^2\ Cl^3,\ HCl + Az\ H^3 + 2HO. = Au^2\ Cl^3 + Az\ H^3.\ HCl + 2HO$$

La liqueur se décolore complétement. Pour que la réaction ait lieu il faut un grand excès de sel ammoniac

dans la liqueur, autrement apparaît la coloration brune feuille-morte de l'acide aurique ou sesquioxide,

$$Au^2\ O^3.$$

ou peut-être de l'aurate d'ammoniaque,

$$Au^2\ O^3 + 2Az\ H^3 + H\Theta.$$

qu'on a beaucoup de peine à faire redissoudre et à convertir en aurate alcalin.

Il faut noter comme fait caractéristique de cette curieuse réaction, l'abaissement de température produit dans le liquide par la combinaison et d'abord par la dssolution du sel ammoniac ; elle suffit pour précipiter immédiatement la vapeur de l'air ambiant à la surface du verre à expérience.

Il faut ajouter au liquide un excès d'ammoniaque quand la réaction est terminée avant de joindre à l'albumine, sans cela celle-ci pourrait fermenter, tandis qu'après le mélange elle peut rester une semaine sans perdre sensiblement de sa valeur. Elle devient seulement de plus en plus fluide et vernit de moins en moins la surface du papier.

Versez dans l'albumine le liquide et le sel en excès qui se dissoudra.

Filtrez dans un linge fin et humide ou sur une éponge très-fine placée au fond d'un entonnoir.

§ 3.

Albuminage à la cuvette.

Placez la cuvette de niveau, versez-y l'albumine sans bulles aucunes; s'il s'en produit, conduisez-les doucement vers les bords au moyen d'un petit morceau de papier roulé.

Soulevez alors une feuille de papier par deux coins sur la même diagonale, posez le milieu sur l'albumine, rabattez doucement et simultanément les coins en appuyant et relevez la feuille d'un mouvement lent et égal, le tout a duré 30" au plus, égouttez sur un bord de la cuvette pour ne pas faire de bulles et suspendez pour sécher.

Le grand point est que la feuille ne reçoive qu'un vernis et ne soit pas imbibée.

Si vous la laissiez cinq minutes sur le bain, la capillarité des pores du papier filtrerait l'eau salée contenue dans l'albumine, celle-ci n'adhérerait plus à la surface et la feuille ne serait ni brillante, ni également recouverte, le liquide se séparant par veines à sa surface.

Plus l'albumine vieillit, plus elle vernit facilement le papier et plus la couche est brillante, mais plus il y a de chances pour qu'elle donne un ton jaune au fixage.

Si cependant on l'abandonne préparée trop longtemps

à elle-même, plusieurs semaines par exemple, en y ajoutant de temps en temps un peu d'ammoniaque, elle devient tellement fluide qu'elle ne vernit presque plus. Sa constitution est altérée, et sa couleur ambrée fonce au brun.

Plus l'albumine est employée vite, plus les œufs sont frais, plus le papier est impressionné tôt après la dessiccation spontanée à l'air, plus on est sûr, et ceci n'a pas d'exception, d'avoir un papier d'une blancheur éclatante après le fixage.

En résumé voici la formule de l'albumine pour papier positif :

Albumine fraîche	120 cc
Eau distillée.	15
Chlorhydrate d'ammoniaque pur	6gr »»
Chlorure d'or	« 25
Ammoniaque liquide	traces.

§ 4.

Albuminage au pinceau.

Prenez un pinceau de martre douce, plat et large de 4 centimètres au moins, 8 au plus, pour qu'il ne se sépare pas, et fournisse toujours une nappe bien unie.

Préparez sur une table un coussin de papier doux, buvard, bulle, ou autre, placez dessus la feuille à albumine, l'envers en-dessous, le grand côté parallèle à votre

corps; fixez cette feuille sur la table à votre gauche par une punaise enfoncée à chacun de ses deux coins.

Plongez votre pinceau dans l'albumine mise dans une capsule, couvrez promptement et en venant vers vous la surface de la feuille de papier. La feuille une fois couverte, ne prenez plus d'albumine, mais repassez bien également et sans arrêt le pinceau encore humide dans le sens de la longueur de la feuille, et, par conséquent, perpendiculairement aux premières traces. Unissez alors légèrement en promenant le pinceau, alors presque sec, dans tous les sens.

Otez les punaises, passez dans l'un des trous une épingle neuve en S et suspendez à sécher.

Serrez ce papier aussitôt qu'il est sec, une ou deux heures après, afin que la poussière ne s'y attache pas.

Les petites précautions qui précèdent ont semblé longues à décrire, mais s'exécutent très-rapidement, car on peut, en cinq minutes, albuminer et pendre deux feuilles entières. En somme, l'opération est de la plus grande facilité, et le petit tour de main au moyen duquel on fait une surface exempte de raies ou de fils, s'apprend de suite. Chaque opérateur se crée une manière à lui, et tout le monde arrive à réussir.

La coagulation se fera plus tard sans feu et sans apprêt.

La dessication de l'albumine à la surface du papier lui donne une grande aptitude à se rouler et le rend dif-

ficile, par cela même, à étendre à la surface du bain d'argent : on mettra donc vingt-quatre heures en presse le papier albuminé, et, si l'on possède un laminoir, on pourra le passer sous une pression modérée. Cette opération lui fait gagner encore de la finesse en rendant le pore plus fin et plus égal.

§ 5.

Bain sensibilisateur.

Azotate d'argent cristallisé.	15 grammes.
Eau distillée	100 —

Ce bain s'affaiblit rapidement, on fera donc bien de le peser souvent au pèse-sel, et de le maintenir par des additions de nitrate d'argent, toujours au même taux.

Le contact de l'albumine et du nitrate d'argent ne peut se prolonger longtemps sans que des portions d'albumine soient entraînées par l'eau et attaquées par le nitrate. Cette dissolution est carbonisée, et flotte en corpuscules très-légers dans le liquide, qui se colore ainsi en noir ou en brun. Quand cette coloration est intense, la surface du papier en retient une teinte brune ou jaune qui ne s'efface pas.

On a proposé plusieurs moyens mécaniques pour décolorer le bain : d'abord de le filtrer sur du noir animal lavé et très-pur ; secondement d'y mettre en suspension

un corps inerte et inattaquable, du kaolin, par exemple, qui, retombant au fond du flacon, entraîne avec lui les particules formant coloration.

On peut encore employer, pour coaguler l'albumine à la surface du papier, le moyen suivant :

On remplit d'eau une cuvette métallique assez grande pour étendre le papier qu'on veut employer à la surface du liquide. On fait chauffer l'eau jusqu'à l'ébullition naissante, on étend alors la feuille albuminée et sèche, l'envers en-dessous et l'albumine en-dessus, ayant soin de ne pas la mouiller; au bout d'une demi-minute, on enlève la feuille qu'on suspend pour la faire sécher, et on la remplace par une autre. On peut encore produire dans le bain un léger précipité de chlorure d'argent au moyen d'un peu d'eau salée; le précipité, en se rassemblant au fond du flacon, entraîne la coloration, et le bain revient pur après être décanté ou filtré.

Ces moyens sont bons, mais il était plus simple de coaguler absolument l'albumine avant son application au bain; dans cet état, étant insoluble, elle ne devait produire aucun accident. Cette coagulation, très-praticable en principe, offre des difficultés dans son application, puisque aucun des papiers du commerce ne présente l'insolubilité que nous demandons. En faisant passer les feuilles entre des cylindres chauffés, on rend l'albumine insoluble en partie, mais on n'atteint pas un résultat complet, sans doute parce que la chaleur néces-

saire étant assez intense (+ 80°), on craint, en la prolongeant, d'altérer et la couleur et la contexture du papier.

§ 6.

Nouveau procédé pour conserver au bain d'argent positif sa *limpidité*.

Nous avons abandonné le procédé mécanique, et cherché à résoudre chimiquement le problème, et nous y sommes arrivés.

Composez le bain sensibilisateur comme suit :

Azotate d'argent cristallisé	15 gr
Eau distillée	75
Alcool à 36°	25 cc

L'alcool ayant la propriété de coaguler l'albumine qu'il touche, le bain demeure limpide jusqu'au dernier moment.

Il est indispensable, avec ce nouveau bain, de prendre quelques précautions. L'alcool étant très-volatil, s'épuise vite. Il faut peser le bain neuf, et de temps en temps y ajouter de l'alcool, plutôt en excès qu'en moins.

On doit remarquer, en pesant le bain, que l'alcool étant moins lourd que l'eau, le pèse-sel à poids constant que l'on plonge dans le liquide, perdra plus de son poids, restera par conséquent plus léger et enfoncera moins. Aussi dans ce bain, quoique à 15 0/0 de nitrate d'argent, au lieu de marquer quinze degrés, le pèse-sel s'arrêtera à 10°, 11° ou 11° 1/2.

On conservera ce bain alcoolisé dans un flacon bien bouché.

La feuille albuminée restera cinq minutes au contact du bain, on la relèvera par un angle reployé et sec, on la suspendra par une épingle ployée en S, et passée sur une corde tendue au-dessus d'un récipient pour recevoir les gouttes, et on la laissera sécher naturellement. En été, ce séchage demande une heure; en hiver, de deux à quatre : on accélère le résultat sans inconvénient en suspendant les feuilles égouttées au-dessus d'un fourneau portatif rempli de charbons enflammés.

Au moyen de boîtes garnies de chlorure de chaux et hermétiquement fermées, on conserve ce papier parfaitement blanc pendant plus d'une semaine, et même quand il prend une légère teinte ambrée, le bain fixateur ci-après la fait disparaître, et l'épreuve revient à une blancheur parfaite quand elle est virée, dégorgée et séchée.

§ 7.

Exposition à la lumière. — Vernissage des clichés.

Cette opération ne demande pas de précautions particulières; un ou deux essais comparatifs indiquent plus et mieux que toutes les explications que nous pourrions donner.

Il est important de vernir les clichés ou négatifs dont

on se sert, à moins qu'ils ne soient faits sur albumine. ce corps offre assez de résistance pour ne pas craindre d'être rayé facilement. Quant aux négatifs sur collodion humide ou sec, il est nécessaire d'y étendre un excellent vernis qui puisse se laver au besoin si une tache de nitrate a pu s'y former.

On trouve de bons vernis dans le commerce, fort limpides et très-transparents, mais je n'oserais pas, avec eux, laver à grande eau un négatif de beaucoup de valeur, tandis qu'on peut faire cette opération sans aucune crainte avec celui dont je donne ci-aprés la formule.

Mettez dans un matras de verre au bain-marie et pendant deux heures au moins les substances suivantes :

Alcool à 40°.	500	grammes.
Gomme laque blanche finement pulv.	10	—
Sandaraque. . . . . id.	8	—
Benjoin. . . . . id.	10	—
Gomme élémi blanche	8	—
Gomme mastic en larmes.	12	—

La gomme élémi est un corps peu soluble dans l'alcool qui demande une longue ébullition pour se dissoudre, et comme c'est à sa présence que tient en grande partie la résistance du vernis, on devra apporter le plus grand soin à ce qu'elle soit absolument absorbée.

L'alcool s'évaporant très-rapidement, on en remettra à mesure et par petites quantités, ayant soin au moyen d'un entonnoir, que le liquide froid tombe dans le liquide

en ébullition et non sur les parois du matras qui pourrait se briser.

Au bout de deux heures de feu modéré, l'alcool bouillant bien au-dessous du point d'ébullition de l'eau, retirez du feu, laissez reposer et décantez sitôt clair dans un flacon lavé d'alcool.

Il est probable que le repos dans ce premier flacon fera naître un voile qui s'abaissera peu à peu et formera un léger dépôt, laissant le vernis clair, limpide et de couleur ambrée. Vous le décanterez de nouveau et le conserverez dans des flacons bien bouchés au bouchon de liége.

Pour étendre le vernis, chauffez la glace au soleil ou au feu, étendez comme le collodion et séchez ensuite devant un feu vif. La surface sera brillante comme le verre et attaquable seulement par l'alcool ou une forte dissolution de cyanure de potassium.

Vous emploierez un de ces corps pour débarrasser les glaces de rebut couvertes de ce vernis.

La mise en châssis positif des glaces stéréoscopiques demande une assez grande attention. L'accélération du tirage étant nécessaire, il importe d'assembler un certain nombre de clichés ensemble, de façon que les épreuves qu'ils fournissent soient amenées à point par la lumière dans le même temps. Cette opération exige quelques tâtonnements. On choisit d'abord à la vue six clichés que l'on assortit comme opacité le mieux pos-

sible (*fig.* 61). Les châssis que nous avons fait construire dans ce but portent les barres à ressort en long, de manière que l'une d'elles maintient toujours les clichés en place sans dérangements ; au bout d'un certain temps on se rend compte de la marche des épreuves po-

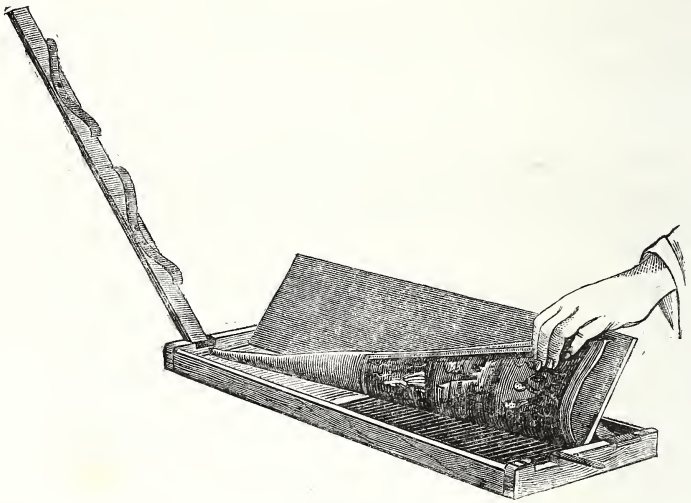


Fig. 61.

sitives : on masque extérieurement avec un papier noir celles qui sont déjà venues, et lorsque toutes sont arrivées à point, on enlève la feuille unique qui couvrait les six clichés et l'on double les épreuves qui étaient venues plus vite que les autres. Cette doublure se fait en interposant entre la glace du châssis, et l'envers du négatif une, deux, ou plusieurs feuilles de la même grandeur que lui de papier végétal exempt de taches ou de points.

Lorsque les clichés marchent parfaitement ensemble, on les marque d'une même lettre, et on continue à en tirer d'autres de cette manière, la sensibilisation d'une seule feuille pour six épreuves, les fixages et les lavages étant considérablement abrégés.

§ 8.

Bain fixateur. — Chlorure d'argent noirci. — Comment le faire. — Manière de conduire le fixage. — Lavage réitéré et continuel. — Conservation du bain.

Les épreuves stéreoscopiques étant notre seule préoccupation ici, nous indiquerons d'abord un bain approprié au papier albuminé indiqué § 3 et 4.

Prenez :

Eau filtrée.	100 cc
Hyposulfite de soude bien pur.	15
Chlorhydrate d'ammoniaque blanc.	5

quand tout est fondu, *saturez* ce bain de chlorure d'argent noirci à la lumière à l'instant de sa formation.

Pour obtenir ce chlorure, on verse simultanément sur un filtre une dissolution d'azotate d'argent et une de chlorhydrate d'ammoniaque, on repasse plusieurs fois le liquide qui filtre et suivant qu'il contient en excès de l'argent ou du sel, on ajoute un peu de sel ou d'azotate jusqu'à ce qu'il passe limpide et sans réaction.

Étendez alors le filtre au soleil et remuez le chlorure

à la surface avec un agitateur ; quand le précipité est noir, violet et brun, mettez le filtre qui le porte dans le bain préparé d'hyposulfite. Le précipité se dissoudra, lavez bien le filtre dans ce liquide et filtrez le tout.

Ce bain composé peut servir très-longtemps : chaque fois que l'on veut fixer et virer des épreuves, on met dans la cuvette choisie moitié bain ayant servi et moitié bain neuf sans chlorure d'argent noirci.

Il faut prendre garde que lors des grandes chaleurs, ou quand on allume un calorifère dans le laboratoire, l'évaporation du bain, et par suite la concentration dans les cuvettes, est rapide. Il conviendra donc de péser le bain neuf et le bain vieux ; de prendre la moyenne des deux, et quand on aura fait un bain prêt à servir, de s'assurer qu'il ne faut pas lui ajouter de l'eau pure pour le ramener au titre qu'il ne doit pas dépasser.

On est averti que le bain est trop chargé, alors qu'il n'en est plus temps, les épreuves se dégorgeant à peine et virant trop vite aux tons violets ; le papier est encore blanc, mais aussitôt que ces épreuves sont lavées dans l'eau, le virage passe au noir foncé, et le papier au jaune ou au verdâtre, ce qui rend les épreuves hors de service.

Dans de bonnes conditions de bain, l'épreuve se dégorge absolument et régulièrement, le papier en transparence est blanc et sans *poivré* ; l'épreuve demeure un instant stationnaire, elle vire alors au violet en perdant

les tons jaunes-rouges qu'elle avait jusqu'alors, mais une condition est indispensable pour que ce résultat soit obtenu facilement, c'est que les épreuves sur papier albuminé ne doivent jamais séjourner en repos dans ce bain, on doit les y remuer en les retournant sans cesse les unes après les autres. Ce mouvement favorise l'action de l'oxigène de l'air sur les surfaces, le dégorgement marche vîte, le virage aussi, et l'albumine n'a pas le temps de décomposer le bain, ni d'acquérir la teinte jaune que l'on redoute.

Le même mode de lavage doit être employé sans interruption, après que les épreuves sont sorties de l'hyposulfite et mises dans l'eau de dégorgement. Une demi-heure de lavage incessant et bien fait produit beaucoup plus d'effet qu'une nuit dans l'eau sans mouvement.

Pendant que ce lavage s'exécute, un robinet amène dans la cuvette un filet d'eau qui sort par un autre conduit, et ces épreuves, après une heure et même trois quarts d'heure de lavage, sont parfaitement purgées d'hyposulfite. Que l'on ne croie pas que ce roulement des épreuves que l'on prend l'une après l'autre d'une extrémité de la cuvette pour les retourner et les plonger à l'autre, que l'on ne croie pas, dis-je, que ce mouvement les détériore ; avec un peu d'habitude et d'adresse, on ne froisse même pas les angles.

Plus on met d'épreuves à la fois, et plus le traitement en est facile ; on calcule environ quarante quarts de

feuille entière pour dix litres de bain. Mais ce nombre de feuilles peut être porté à soixante sans inconvénient si les manipulations sont rapides et la température modérée.

On renferme le bain dans des bouteilles fermées, on le filtre chaque fois qu'on veut en prendre une certaine quantité et quand il se produit un dépôt noir, on décante et on met le dépôt aux résidus, sa présence en trop grande abondance donnant une tendance sulfurante au bain qui le contient.

§ 9.

Virage des épreuves positives sur albumine par le sel de chaux et d'or.

La propriété décolorante du chlorure de chaux et du phosphate a été mise à profit dans ces derniers temps pour le fixage ou plutôt le colorage des épreuves positives sur papier. Le mode d'action de ces deux substances n'est pas le même, car le bain d'or au phosphate de chaux s'épuise plus vite, et emploie par conséquent plus d'or pour la même coloration.

Prenez :

Eau distillée.	2000	grammes.
Chlorure de Chaux	1	—
Chlorure de sodium.	1	—
Chlorure d'or.	1	—

L'épreuve, au sortir du châssis, sera passée rapidement dans l'eau distillée pour enlever une partie de l'azotate d'argent libre resté à sa surface. Il n'est pas nécessaire de pousser très-loin ce lavage, ce qui restera de sel d'argent se trouvant en contact avec le chlorure de sodium, sera décomposé, et l'action colorante du sel double de chaux et d'or s'exercera en liberté sur les parties du chlorure d'argent impressionnées par la lumière.

Il ne faut pas perdre de vue que la quantité d'or contenue dans le bain est assez faible, et par conséquent doit s'épuiser rapidement.

Lorsque la coloration désirée est obtenue, on plonge la feuille dans un bain d'hyposulfite neuf à 20 0/0, et l'on s'assure, avant de la retirer, que tout le chlorure d'argent non impressionné est dissous.

En employant le phosphate de soude ou le phosphate de chaux, on composera le bain colorant de la manière suivante :

Eau distillée.	2000 grammes.
Phosphate de soude.	5 —
Chlorure d'or	1 —

Il est important, avant de plonger l'épreuve dans ce bain, de la laisser séjourner cinq à six minutes dans un bain de :

Eau distillée.	1000 grammes.
Chlorure de sodium.	50 —

de manière que la feuille de papier arrive dans le bain de phosphate absolument dégagée d'azotate d'argent libre.

On arrête la coloration dans le bain d'or au point à peu près où l'on veut qu'elle demeure.

L'un ou l'autre des procédés ci-dessus est parfait pour les papiers albuminés. On peut, dans le dernier bain, remplacer le phosphate de soude par le borax en quantité moitié moindre.

§ 10.

Fixage au sel d'or (M. Laborde).

On doit à M. Laborde le fixage au sel d'or suivant qui paraît devoir donner de bons résultats. On fait dissoudre :

Acétate de soude . . . . . 30 grammes.

dans

Eau. . . . . 1 litre,

et l'on y ajoute :

Chlorure d'or . . . . . 1 gramme

Le liquide se décolore lentement, et au bout de 24 heures on peut l'employer.

L'épreuve positive étant retirée du châssis, est lavée dans deux ou trois eaux, afin de la dépouiller du nitrate d'argent libre; puis on la plonge dans le bain d'or, où elle ne doit guère rester que vingt-cinq à trente secondes, quand le bain n'a pas encore servi. On arrête l'ac-

tion du bain d'or en mettant l'épreuve dans l'eau, où on l'agite quelques instants ; puis on fixe comme à l'ordinaire par l'hyposulfite de soude.

Si le bain d'or a servi plusieurs fois, son action devient plus lente ; il faut s'habituer à juger, par les teintes qui se succèdent, du moment où l'on doit retirer l'épreuve : si le sel d'or n'a pas agi assez longtemps, l'image conserve après le fixage à l'hyposulfite une teinte rouge désagréable ; si au contraire son action a été trop prolongée l'image présente une teinte bleue uniforme et froide. En se tenant entre les deux extrêmes, les teintes se mélangent, et on obtient ces bleus violacés que l'on préfère généralement. A mesure que le sel d'or diminue dans le bain, il faut y prolonger le séjour de l'épreuve, jusqu'à ce que la teinte reconnue habituellement apparaisse.

On peut d'ailleurs restituer au bain ses qualités premières en y ajoutant du chlorure d'or ; mais avant de l'employer, il faut attendre qu'il soit à peu près décoloré ; car toutes les fois que le chlorure d'or n'est pas engagé dans une combinaison et qu'il agit seul, il aplatit l'épreuve et l'efface en partie, propriété qu'il partage avec plusieurs autres chlorures, les chlorures de platine, de mercure, de cuivre.

On doit en général se défier de ce genre d'action dans tout bain de chlorure dont la teinte jaune rappelle la couleur de ce sel en solution dans l'eau.

§ 11.

Préparation du chlorure double d'or et d'ammonium.

La préparation du chlorure double d'or et d'ammonium est si simple que nous ne doutons pas que tous les opérateurs ne l'admettent, et ne s'en servent comme nous l'avons indiqué (§ 2.) La préparation des chlorures d'or et de potassium ou de sodium ne présente pas plus de difficultés.

Pour préparer le chlorure d'or et de potassium, on dissout 100 grammes d'or dans un mélange de 100 grammes d'acide nitrique et de 400 grammes d'acide chlorhydrique ; on évapore la dissolution de manière à produire un chlorhydrate de chlorure ; on ajoute de l'eau distillée et 1 équivalent ou 51 grammes de bicarbonate de potasse ; on évapore à siccité et on dessèche à une douce chaleur pour chasser l'excès d'acide ; on dissout dans l'eau distillé le produit desséché ; on filtre la dissolution sur du verre pilé ou de l'amiante, et l'on évapore pour faire cristalliser. Les cristaux que l'on obtient sont formés de 1 équivalent de perchlorure d'or, 1 équivalent de chlorure de potassium, et 5 équivalents d'eau : $Au\,Cl^3, K\,Cl, +3\,H\,O$.

Le chlorure d'or et de sodium se prépare exactement de la même manière ; seulement il faut ajouter à la dis-

solution de chlorhydrate de chlorure d'or, 1 équivalent ou 73 gr. de carbonate de soude, au lieu de 51 gr. de bicarbonate de potasse. Le chlorure d'or et de sodium a pour formule : $AuCl^3$, $NaCl + 4HO$.

§ 12.

De l'albuminage postérieur. — Composition de l'albumine.

On peut se servir du bain décrit ci-dessus, (§ 8), pour fixer et virer les épreuves positives tirées sur papier salé seulement. Il faut ne pas se servir pour ce papier du bain qui a été employé au fixage du papier albuminé, et la proportion de bain neuf à introduire dans le bain vieux peut être moins forte, le papier non enduit d'albumine ayant beaucoup moins de tendance à donner des épreuves jaunes.

On retirera du bain l'épreuve alors que complétement dégorgée, elle garde encore un ton rougeâtre un peu voilé, on la lave bien et on la sèche suspendue comme d'habitude.

On l'étend alors sur un bain composé de :

Albumine battue et reposée.	12 œufs.
Iodure de potassium	1gr »
Iodure de fer	» 2

La feuille y demeure 2' à 3'.

Relevez d'un mouvement doux, suspendez et laissez

sécher; le virage est fait et l'albuminage en même temps. Les tons rouges passent au noir bleu très-agréable et les blancs se dégorgent un peu aux dépens des demi-teintes. Il faut donc pour employer cette méthode, tirer les épreuves un peu plus foncées que d'habitude; avec des tons ordinaires, on a un virage gris un peu faible mais assez agréable.

§ 13.

Appropriation des vieux bains négatifs à la préparation des papiers positifs.

C'est surtout en voyage et dans quelques circonstances exceptionnelles qu'il peut être utile de tirer de bonnes épreuves positives en n'ayant à sa disposition pour sensibiliser le papier que le bain qui a servi à faire les négatifs. Ce bain par sa nature est beaucoup moins riche en nitrate et contient en outre des sels étrangers provenant de l'échange des bases dû à la sensibilisation du collodion. Il faudra d'abord le faire évaporer au tiers ou au quart de son volume; ajouter alors de l'acide citrique à un degré quelconque jusqu'à ce que le précipité cesse de se former, filtrer, ajouter alors de l'ammoniaque liquide jusqu'à ce que la liqueur perde sa coloration rouge, filtrer une seconde fois et ajouter quatre gouttes d'acide nitrique par litre de solution.

Employé avec du papier albuminé, ce bain donne des images claires et brillantes. Les tons sont d'un noir intense, et les images virent rapidement.

§ 14.

Tirage des épreuves positives transparentes sur albumines.

La glace que l'on doit employer pour obtenir ce genre d'épreuves dans un châssis positif, doit être assez grande pour qu'on puisse la manier facilement dans toutes les opérations. Elle doit être bordée à l'intérieur d'une bande de papier noir, une autre bande de papier noir séparera sur la glace les deux épreuves stéréoscopiques. Une autre petite bande de carton plus épais que le verre des négatifs est placé le long d'un des grands côtés du champ libre de la glace; elle forme feuillure et maintient fixes le positif et le négatif à reproduire.

On place sur un point quelconque de la surface extérieure du cadre de la glace sur la monture du châssis positif, et perpendiculairement à celle-ci, une tige métallique de 2 ou 3 centimètres de haut. Enfin pour donner les inclinaisons convenables au châssis on le monte sur un pied de campagne à rotule.

Toutes les opérations décrites 6e PARTIE pour la pré-

paration des épreuves négatives étant achevées, la glace peut servir à la production d'épreuves positives.

Pour les obtenir, on place cette glace dans le châssis positif de manière qu'elle touche la surface du cliché négatif, le tout est exactement recouvert d'une épaisse étoffe noire. On place le châssis perpendiculairement aux rayons lumineux, en se guidant sur l'ombre du style qui doit être nulle, et en découvrant rapidement le cliché, on le laisse exposé pendant 2" seulement à la lumière par un beau soleil, on évite ainsi la diffusion de la lumière qui aurait lieu si l'on prolongeait l'exposition.

Pour obtenir l'apparition de l'image, on emploie les mêmes procédés que pour les négatifs, c'est-à-dire, l'acide gallique et l'azotate d'argent. L'épreuve obtenue est fixée à l'hyposulfite de soude neuf, et soumise au virage.

Pour cette opération, on emploie un bain de chlorure d'or :

A cet effet, mettez dans un flacon la quantité de solution d'or nécessaire pour recouvrir la surface de l'épreuve positive sur une épaisseur de 0,002^{m} au moins, ajoutez 4 ou 5 gouttes d'acide acétique cristallisable et agitez pour faciliter le mélange.

Après l'action de ce bain, lavez à l'eau pure, égouttez, essuyez avec précaution au revers.

Ajustez la glace sur un trépied bien de niveau, cou-

vrez-la de la solution d'or et chauffez fortement avec la lampe à alcool, l'épreuve s'assombrit, s'éclaircit ensuite et l'opération est terminée.

L'on peut aussi interrompre le chauffage dès que l'on voit des vapeurs s'élever au-dessus de la liqueur qui couvre la glace et le reprendre plus tard; l'épreuve passant successivement par plusieurs teintes différentes, l'opérateur peut s'arrêter à celle qui lui convient le mieux. On lave alors à plusieurs eaux en enlevant les dépôts qui auraient pu se former à la surface de la glace, et on laisse égoutter et sécher sur un angle ; l'épreuve est terminée et peut être montée.

Le montage des épreuves stéréoscopiques transparentes a été jusqu'ici fait d'une manière imparfaite ; le meilleur moyen est celui-ci : on recouvre la double image d'un verre blanc, seulement il faut avoir soin de gratter et enlever complètement la pellicule d'albumine qui se trouve au pourtour de la double image, ce qui fait que l'épreuve se détache mieux de la surface du verre dépoli qui la porte ; le contraste qui résulte d cette opération est toujours agréable et produit le meilleur effet.

Pour éviter ce que l'on appelle les effets de neige, toujours disgracieux, et qui se rencontrent souvent dans les vues prises au soleil, il serait bon de n'opérer qu'à mi-soleil.

Le verre dépoli dont on se sert, est aussi quelque-

fois une des causes de cet effet ; pour l'éviter, il faudrait se servir d'un verre poli, mais d'une pâte blanche imitant l'opale, si l'on pouvait avoir un pareil verre en feuille, le remède à apporter à ce défaut capital serait dès-lors trouvé.

§ 15.

Tirage des positifs transparents au collodion dans la chambre noire. — Installation et description de l'appareil.

La difficulté la plus grande dans ce procédé consiste à éclairer très-également l'épreuve négative à copier, et en second lieu à obtenir assez de lumière pour donner à l'épreuve positive l'intensité nécessaire. Voici l'appareil le plus commode pour obtenir un résultat facile et certain :

Préparez une planche ou support A F de 1 m. 30 de long et de la largeur de la chambre noire ordinaire D F L.

En A, à l'une des extrémités de la planche, posez une lampe et marquez la place de son pied.

En B, placez verticalement un écran rectangulaire B B' monté sur un pied solide. Au centre de figure de cet écran, percez une ouverture et fixez un objectif double G H sur le verre duquel vous poserez un diaphragme taillé en carré, le plus petit possible pour éviter les aberrations de sphéricité. S'il s'agit d'épreuves stéréoscopiques il faudra mettre deux objectifs côte à côte et donner, si faire

se peut, au diaphragme une grandeur égale à celle de l'image. En C derrière l'écran B B' et à une distance réglée par le foyer de l'objectif G H, placez l'écran I rectangulaire aussi, et contenant à son centre l'épreuve négative I maintenue par une rainure et un ressort. Pour ne reproduire que la partie utile de cette image, on lui superpose une découpure laissant à jour la forme des épreuves stéréoscopiques ordinaires. Mettez au point chaque flamme

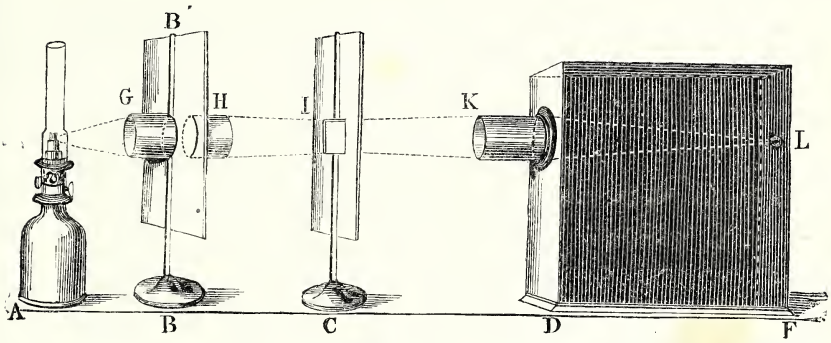


Fig. 62.

sur la négative avec le plus grand soin et en vous guidant sur les foyers des objectifs que vous aurez choisis aussi égaux que possible. En réglant d'ailleurs l'ouverture du diaphragme variable avec la distance, vous pourrez arriver à éclairer les deux images d'une manière parfaitement identique. En présentant à la lumière l'un ou l'autre côté de l'épreuve négative on obtient un égal résultat, mais la reproduction positive est inverse.

En arrière de l'écran C, placez une chambre noire ordinaire DF à coulisse, munie de son objectif double K, de 0,076 de diamètre soit 1/1 que vous pouvez au besoin diaphragmer à 0,038^{mm}; mettez au point la chambre noire DF et en L sur la glace dépolie vous aurez l'image complète des deux négatives. Il faut surtout s'attacher à ce que les plans verticaux passant par les objectifs G et K soient parfaitement parallèles aux surfaces L et I et parallèles entre eux.

On marque sur la planche-support les positions respectives de la chambre noire et des écrans.

Chaque chose étant au point, on enlève la lampe qui a servi à cet objet, et l'on place l'appareil en face d'une ouverture tournée autant que possible vers le nord ; si le soleil frappait sur les objectifs, on interposerait un verre dépoli. Il est bon, en outre, de couvrir tous les appareils de B′ en L au moyen d'un léger bâtis recouvert de velours noir.

Le collodion qu'on emploiera sera celui qui dans les circonstances ordinaires donnera des images intenses et complètes. Il sera bon pour garder une grande transparence dans les ombres, de le développer à l'acide pyrogallique.

§ 16.

Des épreuves positives micrographiques. — Installation de l'appareil. — Composition du collodion et du bain sensibilisateur. — Du développement. — Mise à l'abri des épreuves.

L'application de la photographie à la reproduction des épreuves microscopiques fait ressortir d'une manière remarquable la puissance et l'utilité de cette science, tant au point de vue de l'enseignement que de la vulgarisation. Il faut pour l'enseignement arriver au grandissement, il s'agit ici de l'opération contraire, et il est difficile pour les personnes étrangères à ce travail de se faire une idée de l'extrême petitesse à laquelle peuvent parvenir ces images.

Toutes espèces de surface peuvent être employées, pourvu que, sous le grossissement ultérieur qui permettra de voir l'épreuve, la trame subjectile ne s'aperçoive pas. La surface sensible la plus facile à obtenir est celle du collodion sur verre.

On choisit des glaces minces de première qualité, et taillées de grandeur à entrer dans la coulisse des microscopes. Ces glaces sont avant tout soumises avec une forte loupe à un examen très-attentif, et toutes celles qui ont une égratignure, une tache ou un défaut doivent être rejetées.

L'objectif qui, dans ce procédé, joue le principal rôle, doit être un objectif microscopique de première qualité, un foyer de 0,025 est suffisant.

Voici d'après M. Hislop, comment on peut disposer l'opération :

L'appareil consiste en une planche d'acajou de 0,90 à 1,20 de long et de 0,13 de large sur une épaisseur de 0,025. A l'un des bouts sont deux montants entre lesquels on place une boîte ouverte par derrière et fermée sur le devant, qui peut s'élever et s'abaisser pour l'ajuster au centre des négatives. A cette boîte se trouve attaché un petit tuyau en cuivre jaune à coulisse, avec un ajustement de crémaillère et pignon. L'axe du pignon est gradué et a un index, de sorte qu'il sert de micromètre, et donne immédiatement la place exacte de l'objectif quand on fait varier l'éloignement du négatif. C'est dans l'intérieur du tuyau que se visse l'objectif. Derrière la boîte se trouve un montant de cuivre jaune sur lequel on fait glisser le châssis à négatifs, suivant la position qu'il doit prendre. On pourrait remplacer cet arrangement par un châssis entrant à coulisse sur la boîte comme dans les chambres noires ordinaires.

La planche-support est ouverte par une rainure dans toute sa longueur. Dans cette rainure marche un support vertical, se fixant par des vis de pression et permettant de faire varier l'éloignement de l'épreuve négative suivant la grandeur qu'on veut donner à l'image positive. L'épreuve négative est montée au haut de ce support dans un châssis obscur.

Si l'on se sert de la lumière naturelle, on relève la

planche-support auprès d'une fenêtre, de façon qu'elle regarde le ciel. Si l'on veut lui conserver la position horizontale, on renvoie la lumière au moyen de réflecteurs à 45°.

Lorsqu'on se sert de la lumière artificielle, on place la lampe ou le bec de gaz en avant de l'appareil, et l'on donne une direction parallèle aux rayons en plaçant une grande lentille entre la lumière et la négative, en ayant soin de mettre la source lumineuse au foyer de cette lentille. On cherche alors le foyer de l'image à reproduire sur un verre dépoli extrêmement fin, en se servant d'une lentille d'une puissance suffisante.

C'est alors, en faisant marcher le pignon index fixé sur le tube, qu'on achève la mise au point parfaite. C'est en somme une disposition analogue à celle décrite dans la huitième partie de cet ouvrage.

Les épreuves négatives qui doivent être préférées pour ce travail sont de peu d'intensité et chargées de beaucoup de détails.

Une assez grande difficulté existe dans le choix du collodion à employer, il doit être de consistance claire et fournir une couche d'une limpidité extrême peu chargée en iodure, mais il arrive souvent que l'image fixée apparaît couverte d'un réseau. Dès que ce symptôme se présente, le collodion doit être rejeté, toutes les épreuves qu'il donnerait présentant le même inconvénient.

Lorsqu'on a un collodion parfait, on l'emploie avant qu'il se détériore.

Le bain sensibilisateur au nitrate d'argent ne doit pas dépasser 6 0/0.

Avec un bon éclairage au gaz, la durée de l'exposition est de 10 à 60″ suivant l'intensité du négatif.

Le développement se fait avec :

Eau distillée	100gr »»
Acide pyrogallique	» 45
Acide citrique	» 20
Alcool	10 »»

L'image se développe lentement, mais peut être amenée à toute l'intensité désirable.

Avec le protosulfate de fer, l'épreuve se développe plus rapidement, mais sous le microscope sa texture reste granuleuse.

On fixe avec une goutte d'une forte solution d'hyposulfite de soude.

Il va sans dire que comme on emploie des lames minces de glaces, en les faisant glisser dans la coulisse du porte-plaques, on obtient plusieurs impressions semblables sur la même glace.

Lorsque toutes ces épreuves sont sèches, on prend une petite plaque de métal que l'on chauffe doucement sur une lampe à alcool. Il faut que le doigt puisse en supporter la chaleur. On pose alors sur cette plaque les lames de verre portant les images, et sur chacune de

celles-ci, on laisse tomber une petite goutte de baume du Canada pareil à celui dont les opticiens se servent pour coller les verres des objectifs achromatiques. On nettoie avec soin un disque de verre mince, on le chauffe de même avec une petite pince sur la flamme, et on le laisse tomber avec précaution sur le baume, ayant soin de ne pas renfermer de bulles d'air. On chauffe ainsi un quart d'heure environ les lames de verre sur la plaque, de manière à durcir le baume, on laisse refroidir, et on nettoie ensuite les lames avec le plus grand soin.

L'application de cette méthode d'opérer à des épreuves stéréoscopiques offrira des effets très-curieux. Le stéréoscope-microscope destiné à les voir étant extrêmement petit, et le tout d'un volume très-portatif.

§ 17.

Du montage des épreuves stéréoscopiques sur papier : 1° Du coupage; précautions à prendre, règles à suivre. — 2° Du carton. — 3° Du collage. — 4° Satinage.

Cette opération purement manuelle n'est cependant pas dépourvue d'intérêt, et offre plus de difficultés que le montage ordinaire des épreuves monoculaires. En effet, comme il est impossible de faire superposer aux prismes du stéréoscope deux épreuves mal montées

le photographe doit attacher le plus grand soin à ne pas diminuer le mérite de ses œuvres.

1° *Du coupage.*

Cette opération s'exécute au moyen d'une lame tranchante appelée *pointe à encadrement*, et d'un morceau de glace ou de verre épais sur lequel on place la feuille portant l'image, Il faut alors choisir un calibre en verre dépoli et demi-transparent, présentant exactement la forme que l'on veut donner à chacune des images. Suivant que ces deux images seront juxtaposées ou séparées par un intervalle, la largeur du calibre variera. Il ne faut pas perdre de vue ce principe fondamental que *deux points semblables des deux épreuves sur le plan le plus éloigné du tableau doivent être à une distance de* 0,065 *l'un de l'autre.* Naturellement les points semblables des plans plus rapprochés auront un écartement moindre; quant à l'éloignement des points semblables du plan le plus éloigné, on ne doit pas y mettre une tolérance de plus de 2 à 3 millimètres en plus ou en moins du chiffre indiqué plus haut.

Plaçant donc l'épreuve sur la glace polie, sur l'épreuve le calibre choisi, l'opérateur appuiera de la main gauche, et tenant de la main droite la pointe très-obliquement au verre, il suivra d'un mouvement rapide et continu les contours du calibre, évitant les bavures, les

arrachements et les reprises. La coupure doit être nette, pure, et d'un seul trait. On peut également au moyen d'emporte-pièces aciéré, découper ces épreuves d'un seul coup. Mais par cette méthode pour obtenir une grande pureté de coupe, il faut une machine puissante et difficile à installer partout.

En faisant l'opération du coupage, l'on aperçoit l'épreuve à travers le calibre dépoli, et il faut avoir présent à l'esprit, les deux règles suivantes : Le calibre présente presque toujours à sa partie inférieure une ligne droite formant deux angles droits avec les côtés latéraux, il faut que la base du calibre soit parfaitement parallèle aux lignes horizontales de l'épreuve, qu'elles soient réelles comme les lignes d'un monument, ou fictives comme celles qui joindraient ensemble deux points pris à la même hauteur dans les deux épreuves. En second lieu, il faut qu'il fasse attention que les lignes verticales d'une épreuve c'est-à-dire perpendiculaires à la base de son calibre, soient bien parallèles aux lignes verticales de l'autre épreuve.

Les images différentes se trouvant ainsi disjointes, il a été bon de marquer préalablement d'un signe par-derrière, l'épreuve qui doit être collée soit à droite soit à gauche, suivant qu'elles doivent être collées naturellement ou retournées.

Les épreuves coupées sont mises en presse afin de les empêcher de se rouler, et faciliter le collage.

2° *Du carton.*

On choisit pour coller les épreuves stéréoscopiques, généralement un carton Bristol légèrement teinté, d'une force suffisante pour ne pas se voiler, sous le séchage des épreuves, d'une pâte homogène pour ne pas présenter d'aspérités, qui, lors du satinage, se traduisent par des points brillants et colorés.

Ce carton étant débité en petites feuilles de $0^m\,18 \times 0^m\,09$, il est bon de construire un calibre de même grandeur en zinc dans lequel de petits trous marquent la place exacte des angles inférieurs des épreuves. Au moyen d'une pointe à tracer, on pique chacun de ces trous. On peut encore faire imprimer la trace des épreuves à coller.

Nous avons dit que la largeur maximum d'une épreuve était de $0,^m065$ à $0,^m072$, sa hauteur ne peut pas dépasser 0,080, et les deux épreuves étant juxtaposées, laissent à un bout une marge d'1 centimètre, à gauche en les regardant, et à droite de $0,^m02$ environ.

3° *Du collage.*

Cette opération n'offre aucune difficulté puisque l'emplacement des épreuves est tracé d'avance. On enduit au moyen d'un pinceau plat le revers des épreuves de colle de pâte non acide, de dextrine, d'un mucilage

de gomme arabique assez épais pour ne pas donner de bavures, et l'on fait grande attention qu'il ne se produise pas de soufflures, et que les bords des épreuves soient bien adhérents.

Il est très-important de ne pas intervertir les épreuves, en mettant celle de droite à gauche et réciproquement, car au lieu de l'effet stéréoscopique on obtiendrait celui du pseudoscope, c'est-à-dire que les objets les plus éloignés paraîtraient les plus rapprochés et vice versa; quand cet acident arrive, on s'en aperçoit en mesurant au compas l'éloignement des points semblables qui doit être moindre entre les objets rapprochés qu'entre les objets éloignés.

4° *Satinage.*

Les épreuves étant bien sèches sont passées au laminoir.

Au lieu de débiter préalablement le carton, on peut se contenter de tracer sur la feuille entière de Bristol la place de toutes les épreuves qu'elle comporte. On fait souvent faire cette opération au moyen d'impressions lithographiques, contenant alors la désignation des épreuves, et les autres indications que l'on juge nécessaires.

Ces feuilles une fois sèches sont passées d'un seul coup au laminoir, et on les débite ensuite suivant les repères imprimés.

Le collage sur ces feuilles d'un maniement plus difficile se faisant un peu moins vîte, et souvent avec moins de propreté, l'économie de main d'œuvre est à peu près insignifiante, parce qu'on peut passer au laminoir un assez grand nombre de cartons séparés à la fois.

NEUVIÈME PARTIE

APPAREILS DIVERS

SE RATTACHANT AU STÉRÉOSCOPE.

§ 1er.

Télestéréoscope.

M. Helmholtz dont un intéressant travail vient de produire au jour ce nouvel instrument, nous en donne la description complète.

Les rayons lumineux qui viennent peindre sur la rétine les images des objets dont ils émanent, ne produisent ces images sur cette membrane que sous la forme de perspective; mais elle n'est pas exactement la même pour les deux yeux; de là au moyen du stéréoscope, nous pouvons juger de la différence d'éloignement des objets qui composent l'image que nous examinons, plus cette image est rapprochée des yeux, et plus la différence est grande. Mais si les objets sont éloignés, les images sont absolument les mêmes, et nous éprouvons de grandes

difficultés pour l'appréciation des distances et des reliefs.

L'image stéréoscopique annule ce défaut en représentant deux perspectives d'un point de vue assez éloigné pour obtenir une différence suffisante. Il en résulte que l'œil croit voir une reproduction en relief du point de vue dont les dimensions réelles, sont aux dimensions qu'il voit, comme l'intervalle des yeux est à celui des points de vue représentés. Le stéréoscope nous donne donc d'un paysage, une idée exacte et parfaitement nette.

Le télestéréoscope présente de grands avantages sur les épreuves stéréoscopiques, dans ce sens que par le moyen de cet instrument l'on peut contempler directement des images prises de points dont l'intervalle est plus grand que celui des yeux.

Cet instrument est basé sur le principe de la réflexion des rayons lumineux. Cette réflexion est obtenue au moyen de quatre miroirs *b b' c c'* fixés dans une boîte, et formant avec le plus grand côté de cette boîte des angles de 45°.

Les miroirs c c' doivent être plus petits que *b b'* et tous de bonne qualité.

Les rayons lumineux partant des points *b b'* se réfléchissent sur les miroirs *b b' c c'* et arrivent ainsi en L, R c'est-à-dire dans l'œil en passant par deux petites ouvertures garnies d'un verre lenticulaire approprié à la

vue de l'observateur et qui ne laissent passer que la lumière réfléchie deux fois. Ordinairement les miroirs sont fixes, cependant si l'on veut examiner des objets à une grande distance, il vaut mieux que ces miroirs soient mobiles. L'on voit d'abord dans les miroirs *c c'* l'image réfléchie par *b b'* et dans ce dernier l'image *a a'*, comme

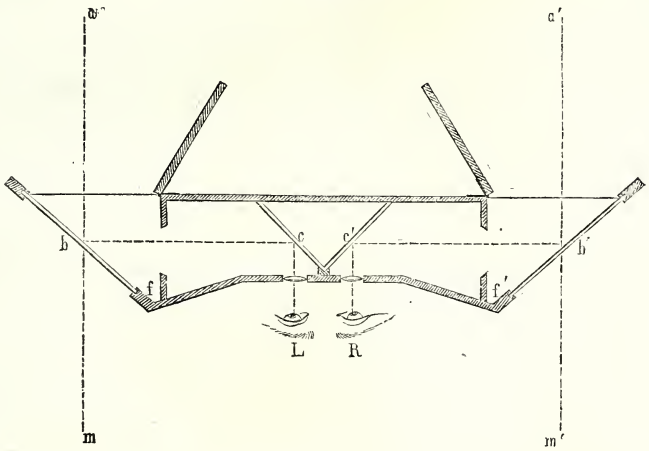


Fig. 63.

si on la regardait de *m m'*. Les points *m m'* sont séparés par un intervalle égal à celui qui sépare les points *a a'* et cependant l'observateur les voit comme si ses yeux étaient séparés par le même intervalle.

Dans cet appareil, le paysage paraît en relief, mais avec des dimensions plus petites, et conserve ses richesses de teintes. La netteté et l'élégance caractérisent les points de vue examinés au moyen de cet instrument.

On peut donner au télestéréoscope la dimension que l'on veut, car plus les miroirs sont grands, plus on augmente la grandeur du champ visuel, et plus les miroirs *b b'* sont éloignés l'un de l'autre, plus la portée de l'instrument devient grande.

Si par ce moyen, l'on veut examiner des objets rapprochés, il faut préalablement agrandir l'ouverture de l'angle formé par la surface des miroirs et le grand côté de la boîte, les dimensions des objets sont alors très-petites; mais le relief est beaucoup plus prononcé.

Si les miroirs *a a'* seuls conservent leur inclinaison de 45° tout en laissant *b b'* à la position dont on vient de parler, c'est-à-dire formant un angle de plus de 45°, les objets paraissent exagérés quant au relief; le parallélisme des miroirs pris deux à deux doit être conservé pour que toutes les dimensions des objets soient exactes.

La lorgnette jumelle peut être employée pour grossir les objets vus dans le téléstéréoscope; pour cela il faut la démonter, placer les lentilles oculaires devant les yeux, et les objectifs entre les deux miroirs, de cette manière on obtient des images très-vives. Cependant la lunette ne donnant pas exactement le relief des objets, il faut pour obtenir une netteté absolue et le relief réel, détruire le parallélisme des miroirs, ce qui tend à exagérer le relief des objets ce qui compense l'aplatissement produit par l'effet des lunettes.

§ 2.

Stéréoscopie appliquée à l'enseignement.

Si l'on doit attendre d'une science nouvelle un progrès énorme et un résultat merveilleux, c'est certainement de la stéréoscopie appliquée.

Il est parfaitement pratique de joindre aux cours de sciences naturelles l'usage de collections qui permettent aux élèves l'étude directe des phénomènes auxquels on les intéresse. Malheureusement ces objets, par leur volume, par leur fragilité ou leur rareté ne se prêtent pas toujours à l'étude directe. Or, cette étude peut se faire sur la représentation stéréoscopique de ces objets, isolément au moyen des épreuves ordinaires et de l'instrument à réfraction que tout le monde a dans les mains, ou collectivement et bien plus fructueusement au moyen d'une représentation stéréoscopique fournie à toute une assemblée par les moyens ingénieux que nous allons décrire.

Ce qui est plus curieux encore que les résultats acquis, c'est que l'application leur fait absolument défaut, car il n'existe pas encore de cours, que nous sachions, qui ait demandé à la photographie cet auxiliaire d'une richesse inépuisable et d'un effet assurément remarquable.

Non-seulement on peut étudier la nature réduite, mais la nature amplifiée.

Quelle source d'enseignement claire et féconde! Quelle vérité dans les images, et combien la science actuelle eût marché plus vite et plus certaine si nos devanciers eussent eu la lumière pour burin, et sa fidélité pour guides de leurs figures scientifiques.

Avec toute la bonne foi imaginable, l'œil est sujet à des erreurs, la main obéit, une incertitude est fixée, avec la photographie stéréoscopique, le doute n'existe pas. Ce qu'on voit, y était; rien de plus, rien de moins.

Passons donc rapidement en revue les différents systèmes imaginés pour offrir à une assemblée des images stéréoscopiques collectives.

§ 3.

Du Stéréomonoscope Claudet.

L'étude, par M. Claudet, du phénomène si curieux du relief stéréoscopique produit sur la glace dépolie de la chambre noire, l'a amené à chercher une application pratique de la superposition des images binaires propres à être vues collectivement par une assemblée. Cet instrument a été appelé par lui *Stéréomonoscope*, parce qu'il fait voir un et en relief un objet reproduit par deux images.

Cet instrument n'est à proprement parler qu'une chambre obscure ordinaire, à laquelle on adapte deux objectifs achromatiques. La chambre obscure doit être assez longue pour pouvoir étendre le foyer et amplifier l'image autant qu'on le désire.

Les deux objectifs sont fixés chacun sur un cadre glissant horizontalement au moyen d'une coulisse, ce qui permet de leur donner l'écartement nécessaire pour que les deux images stéréoscopiques placées devant la chambre obscure puissent chacune se réfracter sur le centre de la glace dépolie.

Les deux épreuves stéréoscopiques sont montées séparément, et peuvent, en glissant chacune dans une coulisse, venir se placer devant un des objectifs dans la position exigée par l'écartement de ceux-ci. Au moyen de vis de rappel adaptées aux cadres portant les objectifs et à ceux portant les épreuves, on peut graduellement et avec la plus grande précision les approcher ou les éloigner, pour faire coïncider les deux images sur la glace dépolie, jusqu'à ce qu'elles se confondent en une seule. Plus on allonge le foyer, plus il faut écarter les images.

Comme dans le stéréoscope ordinaire, quand les deux images sont sur verre, elles doivent être éclairées par derrière, et si elles sont sur papier ou sur plaques de daguerréotype, la lumière doit être réfléchie sur leurs surfaces.

L'image du stéréomonoscope étant représentée sur la glace dépolie au foyer de la chambre obscure, pour l'examiner, il faut empêcher que la glace dépolie soit éclairée du côté de l'observateur.

En conséquence, si l'on place l'appareil devant une fenêtre pour éclairer par transmission les images stéréoscopiques, il faut entourer l'ouverture de la chambre obscure contenant le verre dépoli d'un grand écran noir qui cache entièrement la fenêtre.

Le même écran noir produit l'effet désiré, si les images sont éclairées par une lampe pour être observées le soir dans un salon.

En outre de l'amplification des images par l'allongement du foyer de la chambre obscure, on peut les amplifier encore considérablement, tout en augmentant l'effet stéréoscopique, en plaçant un large verre convexe devant la glace dépolie, et au moyen de ce verre, plus on s'éloigne, plus l'image paraît grande.

L'image peut donc s'examiner de loin aussi bien que de près; et de loin, plusieurs personnes peuvent la voir en même temps, sans perdre l'effet stéréoscopique et sans éprouver la fatigue qui résulte de l'examen au moyen du stéréoscope ordinaire, en ayant le grand avantage d'échanger les remarques et les sensations qui leur en sont suggérées par le spectacle commun qu'elles ont devant les yeux.

Si l'on intervertit l'ordre des images placées devant

la chambre obscure, l'effet sur la glace dépolie devient pseudoscopique, et en regardant avec un pseudoscope, l'effet redevient stéréoscopique. De même, si les images sont placées devant l'instrument dans leur ordre naturel, l'effet sur la glace dépolie de stéréoscopique devient pseudoscopique, si on le regarde avec un pseudoscope.

Si l'on regarde l'image de la glace dépolie en fermant un œil, elle perd son relief, de même que si, en inclinant la tête, on regarde avec les deux yeux placés sur la ligne verticale.

Enfin, tous les phénomènes observés sur l'image naturelle de la chambre obscure se présentent sur l'image du stéréomonoscope, et viennent corroborer la vérité des principes sur lesquels se trouve fondée la théorie de cette nouvelle découverte qui doit prendre place parmi les faits les plus extraordinaires de l'optique.

§ 4.

Représentations microscopiques simples et stéréoscopiques, (M. J. Dubosc.)

Ces représentations pour l'enseignement des sciences se font au moyen d'épreuves simples et stéréoscopiques destinées à être vues en projection sur un écran, comme les tableaux de la lanterne magique ou de la fantasmagorie; elles ont pour but de résoudre ce pro-

blème : rendre visible à un vaste auditoire à la fois les objets microscopiques. Il est évident que ce qui peut se faire dans ce cas difficile n'est qu'un jeu pour des épreuves réduites d'objets quelconques.

Supposons obtenue au moyen du microscope solaire ou à la lumière électrique une image simple microscopique, en la projetant sur l'écran on aura un grossissement en hauteur ou en largeur, mais la troisième dimension du corps dans l'espace ne peut être donnée que par l'image stéréoscopique ; il s'agit de la produire.

On peut faire avec le microscope ce qu'on fait avec la chambre noire quand on prend des épreuves photographiques d'un paysage ou d'un portrait, on rend le corps du microscope mobile, de telle sorte qu'il puisse prendre, tour à tour, à droite et à gauche de son axe vertical, deux positions inclinées de 10°. On prend une image dans chacune de ces positions obliques du microscope, et ce sont les deux épreuves stéréoscopiques demandées.

On peut encore mieux réussir au moyen du microscope binoculaire de M. Nachet, instrument qui en faisant apparaître à la fois devant les deux yeux, deux images symétriques ou inverses de l'objet microscopique, le montre par là même avec son relief.

Voici comment ces deux images se produisent au-dessus dn jeu de lentilles grossissant A B. Les rayons lumineux venus de l'objet O, placé sur le porte-objet R S,

sont reçus sur une première lentille L, qui rend les rayons parallèles. Au-dessus se trouve placé un prisme P de 60°. Les rayons lumineux venus de l'objet pénètrent dans le prisme perpendiculairement à sa base *m n*; ils sont réfléchis par la seconde face et sortent normalement par la troisième. Mais les rayons venus de droite sont réfléchis par la face droite du prisme et sortent à gauche, tandis que les rayons venus de gauche sont réfléchis par la face gauche et sortent à droite. Les deux faisceaux qui se sont croisés dans l'intérieur du prisme P sont reçus par deux autres prismes semblables P′ et P″, qui les ramènent au parallélisme, et les projettent sur deux lames de verre dépoli I, I′, où on peut les regarder avec un stéréoscope ordinaire et obtenir le relief de l'objet.

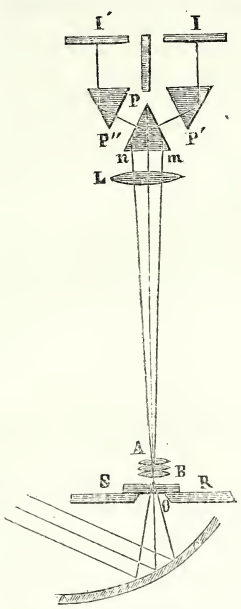


Fig. 64.

En substituant à la glace dépolie une surface sensible, collodion ou albumine, on obtient les deux négatifs stéréoscopiques dont nous avons besoin.

Au porte-lumière ordinaire de la lanterne magique, on substitue un porte-lumière à deux corps, dont les deux tuyaux sont éclairés intérieurement par la lumière

du même bec de lampe électrique, réfléchie par deux miroirs à 45° placés sur les côtés de la boîte. Les deux tuyaux sont convergents, de telle sorte que les deux images se superposent sur l'écran. Il ne reste plus qu'à faire passer simultanément dans la fente les deux épreuves stéréoscopiques obtenues tout à l'heure pour que l'effet du relief soit sensible à toutes les personnes de l'auditoire.

§ 5.

Vue en relief des objets représentés graphiquement.

En avril 1857, M. V. Eckhont, peintre belge distingué, a trouvé une ingénieuse manière d'augmenter la sensation de relief d'un grand tableau ou d'une grande épreuve photographique. Ce moyen, a une grande analogie avec le télestéréoscope de M. Helmholz, qui est venu en octobre 1857, et nous rappelle la comparaison des yeux de géant de M. l'abbé Moigno. M est le tableau ou l'épreuve photographique placée symétriquement en arrière des deux glaces C D du stéréoscope Wheatstone ; A et B sont deux nouvelles glaces verticales placées à droite et à gauche, de façon à réfléchir chacune une image du tableau, c'est-à-dire formant avec la surface à voir un angle de 45°, ou plus simplement parallèles aux glaces du stéréoscope, qui, de cette manière re-

çoivent chacune une image du tableau. Tout étant ainsi disposé, il ne s'agira plus que de regarder avec chaque œil L et R dans chaque glace séparément, on verra alors

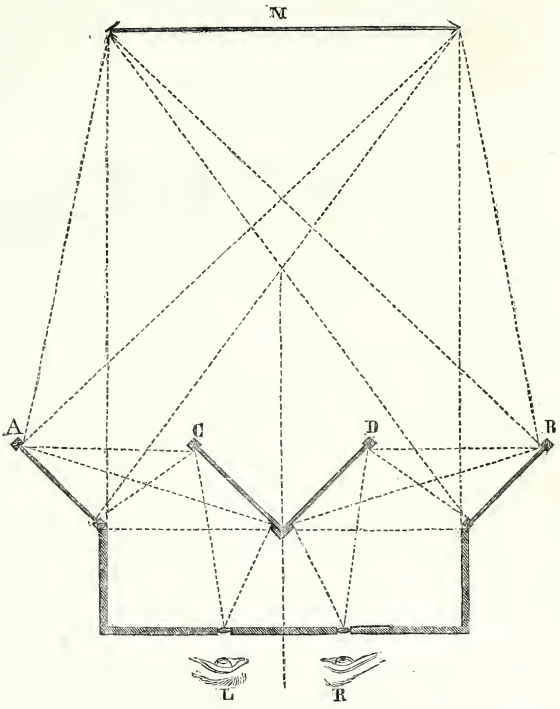


Fig. 65.

une image unique du tableau ou de la photographie, mais augmentée considérablement d'effet et de relief. Comme un beau tableau doit être peint dans les conditions de relief d'une image stéréoscopique, on peut jusqu'à un certain point jouir de cette illusion du relief en regardant avec un *seul œil*; mais on en jouira évi-

demment mieux en regardant séparément avec chaque œil une image du tableau.

On aurait plus de facilité à placer dans l'instrument une bonne reproduction photographique du tableau, car l'installation d'un appareil comme celui-ci qui demande des conditions de parallélisme n'est pas toujours facile à obtenir, mais malheureusement cette reproduction ne peut être fidèle.. En effet lorsqu'un ton est photographique, son ton complémentaire ne l'est pas et cela sans exception. Exemple, le bleu et le jaune, le rouge et le vert, le violet et l'orange etc. Il faudrait pour reproduire exactement les couleurs d'un tableau trouver une ou des substances également sensibles à tous les rayons du spectre, et parmi les tableaux, les plus mal reproduits sont les plus harmonieux c'est-à-dire ceux où les artistes ont instinctivement été conduits à associer les couleurs de façon à présenter aux yeux à côté d'un ton, son complémentaire dans une mesure rationnelle.

On peut varier plus simplement la manière de regarder une gravure, une photographie ou un tableau pour en obtenir tout l'effet de relief qu'elle peut donner.

Il faut la regarder au moyen d'une lorgnette jumelle de spectacle. A un mètre environ de l'objet bien éclairé par un fenêtre, on perçoit un relief monoculaire aussi complet que possible. Ce n'est point là un effet stéréos-

copique, un double cône de carton produit avec moins de puissance un effet analogue.

§ 6.

Expériences au moyen du stéréoscope sur la lumière polarisée.

On peut au moyen du stéréoscope lenticulaire ordinaire faire des expériences très-interessantes sur les couleurs complémentaires superposées et donnant le blanc, ou des teintes composées. Pour cela on dispose l'expérience comme suit.

On remplace la glace dépolie de la base du stéréoscope par une plaque opaque présentant deux ouvertures circulaires ou autres espacées à leur centre de 65^{mm} distance moyenne des deux yeux. Ces deux ouvertures vues dans le stéréoscope se superposent et n'en forment qu'une, si on les recouvre alors de verres à teintes complémentaires bien pures on aura la sensation du blanc ou du gris extrêmement clair.

On peut encore varier l'expérience d'une manière plus élégante : pour cela on place le stéréoscope sur un pied solide et l'on met derrière les ouvertures de la plaque opaque faite tout à l'heure, une glace noire inclinée sous l'angle de 35° 25′ pour polariser les rayons lumineux qui éclairent les ouvertures.

On a eu soin de choisir pour cette expérience un

stéréoscope à bonnettes (*fig.* 6.) et dans chacune d'elles on adapte un prisme de Nichol que l'on fait tourner sur lui-même jusqu'à ce que le rayon des ouvertures soit éteint. On place alors devant chaque ouverture un quartz perpendiculaire à l'axe d'environ 6^{mm} d'épaisseur et en regardant dans le stéréoscope, on voit la couleur rouge.

On fait alors tourner de 90° l'un des prismes et l'on obtient par cette ouverture la couleur verte; la sensation aux deux yeux est du blanc pur. Il est évident qu'en passant par tous les angles de 0° à 90°, on fera passer dans l'ouverture toutes les couleurs du spectre et qu'on peut les varier à volonté dans leurs combinaisons au moyen du prisme pareil de l'autre bonnette.

Si l'on remplace maintenant l'un des quartz perpendiculaires par une lame de chaux sulfatée portant un dessin quelconque, et qu'on fasse tourner les prismes ou l'un d'eux, on éclairera le dessin de toutes les teintes si pures du spectre, ou teintes combinées avec celles que produisent les diverses épaisseurs des feuillets de la lame de chaux, donnant lieu à des effets de couleur extrêmement brillants et curieux.

FIN

TABLE ANALYTIQUE DES MATIÈRES

PREMIÈRE PARTIE.

HISTOIRE ET DÉCOUVERTE.

§ 1er. — Préliminaires. 1

§ 2. — Euclide. — Galien. — Léonard de Vinci. — Jean Porta. — Aguillon, Gassendi, etc., ont effleuré la connaissance de la vision binoculaire. . . . . .

§ 3. — Wheatstone, dès 1832, découvre la théorie. — Premier stéréoscope réalisé par lui en 1838. 6

§ 4. — Expériences à l'appui du principe. — Expériences de M. Necker de Saussure. — Expériences et théorie de M. Brücke. — Vision successive. 7

§ 5. — Superposition sans instruments 10

§ 6. Perfectionnement de M. Wheatstone. 12

§ 7. — Sir D. Brewster. — Perfectionnements apportés par lui. 13

§ 8. — L'instrument n'est pas goûté en Angleterre. — Stéréoscope présenté à l'Exposition universelle de 1851, par M. Dubosc. 14

§ 9. — Épreuves transparentes appliquées par M. Dubosc. . . . 17

§ 10. — Épreuves stéréoscopiques de M. Cima. 17

§ 11. — Faveur des épreuves stéréoscopiques. — Difficulté de les obtenir bonnes. — Divergence sur la quantité du relief. 19

DEUXIÈME PARTIE.

MODIFICATIONS, PERFECTIONNEMENTS, CONSTRUCTIONS DIVERSES DE L'INSTRUMENT STÉRÉOSCOPIQUE.

§ 1er. — Le stéréoscope à réflexion (M. Wheatstone). — Sa construction. — Manière de s'en servir. — Observations de M. l'abbé Moigno à ce sujet. 26
§ 2. — Stéréoscope lenticulaire de sir D. Brewster. — Sa construction. — Construction des prismes lentilles. — Manière de s'en servir. — Pour les myopes. — Pour les presbytes. — Modifications apportées par les Anglais et Brewster dans la construction de leur stéréoscope lenticulaire. 28
§ 3. — Stéréoscope réfracteur à réflection totale de Brewster. — Sa construction. — Des effets obtenus. — Applications faites par M. Dubosc. — Stéréoscope panoramique. 37
§ 4. — Le stéréoscope à prismes simple et double (sir D. Brewster). — Sa construction. — Des effets obtenus. 42
§ 5. — Du stéréoscope à miroirs ou réfléchissant, de sir D. Brewster. — Sa construction. — Des effets qu'il produit. . 44
§ 6. — Transformation d'un objet en relief et d'un objet en creux. 46
§ 7. — Stéréoscope panoramique de M. Dubosc. — Sa construction. — Application de cet appareil au Phénakisticope. — Effets produits par le stéréoscope panoramique. 48
§ 8. — Stéréoscope pour toutes vues à lentilles et prismes séparés (M. Dubosc). — Sa construction. — Ses effets. 51
§ 9. — Réunion des grandes images stéréoscopiques. — Stéréoscopes de MM. Elliot et Waterston. — Objection sur l'instrument de M. Wheatstone. — Construction du stéréoscope de MM. Elliot et Waterston. — Manière de l'employer. — De l'effet qu'il produit. — Introduction des lorgnettes. — Leur construction. — De leurs ajustements. — Ordre dans lequel il faut les faire. 54
§ 10. — Stéréoscope diaphragmatique de M. Volpicelli. 62
§ 11. — Système stéréoscopique à lentilles entières, périscopiques, parallèles aux images (M. Hermagis). 65

TROISIÈME PARTIE.

THÉORIES DIVERSES DE LA VISION BINOCULAIRE.

§ 1er. — Généralités. — De la vision. 76
§ 2. — De la chambre noire en général. 76
§ 3. — L'œil est une chambre noire d'une construction particulière. — Des images inverses. — Expériences à ce sujet. — Axe optique 77
§ 4. — De l'angle optique. — Varie suivant les distances. . . . 79
§ 5. — De l'angle visuel. — De la distance de vue distincte . . 81
§ 6. — Lois de formation des images dans la chambre obscure et dans l'œil. — Adaptation automatique. — Théorie de M. Pouillet. — Dilatation de la pupille. — Du cristallin. — Expérience de M. de Haldat. 82
§ 7. — Théorie de M. Sturm. — Des surfaces caustiques. — Pinceau lumineux. 84
§ 8. — La sensation du relief est en définitive une appréciation des distances. — Lieu du croisement des axes optiques. — Convergence de ces axes. . . . . .
§ 9. — Expérience des objets verticaux. — Circonférences semblables superposées. 88
§ 10. — Mode de construction des figures stéréoscopiques. — M. Tindall. 89
§ 11. — De la génération mathématique des images stéréoscopiques. 95
§ 12. — Conditions physiologiques du relief. — Vision binoculaire simple et double. — Direction. — Redressement des images. — Extériorité. — Limitation. 96
§ 13. — Effets stéréoscopiques de l'image unique produite sur la glace dépolie de la chambre noire. — Théorie de M. Claudet à ce sujet. — Epreuves stéréoscopiques simultanées par un seul objectif. — Etude de l'impression des images sur la rétine. — Transformation de l'effet stéréoscopique en effet pseudoscopique. — Expérience des verres colorés pour la vision simultanée de deux épreuves 105
§ 14. — Différence du verre dépoli et du papier ciré. — Transmission de la lumière à travers le verre dépoli. 116

§ 15. — Théorie de la vision binoculaire basée sur le plissement de la rétine. — Pôle rétinien. — Adaptation en ce sens. — Comparaison de la vision stéréoscopique à la vision binoculaire réelle. — Action du muscle tenseur de la choroïde. — Adaptation transversale. 120

QUATRIÈME PARTIE.

DU MATÉRIEL.

§ 1er. — Procédé sec. — Détail des objets nécessaires pour chaque méthode opératoire 133
§ 2. — Procédé sec. — De la chambre noire stéréoscopique monoculaire. — Sa construction. — Manière de s'en servir. — Glace dépolie attenante à la chambre, manière de la remplacer. 135
§ 3. — Objectif simple. — Différentes constructions. — Du choix de cet instrument. — Du fouillé. 139
§ 4. — Le pied à tiges rentrantes. — Sa construction. — Son usage. 140
§ 5. — De la planchette stéréoscopique. — Sa description. — Du niveau à bulle d'air. — Manière de disposer cette partie de l'instrument. 142
§ 6. — Méthode de déplacement. — Ses inconvénients. 146
§ 7. — Troisième condition mathématique. — Usage des équerres mobiles. 147
§ 8. — Dimensions exactes, projection et coupe de la planchette stéréoscopique. 150
§ 9. — De la boîte à glaces portative. — Des châssis à changer les glaces en pleine lumière, châssis dits à escamoter. — Description générale de l'appareil. 151
§ 10. — Manière de changer la glace, la sortir de la boîte et l'introduire dans le châssis. 154
§ 11. — Rentrer la glace impressionnée du châssis dans la boîte portative 156
§ 12. — Procédé humide. — Chambre binoculaire. — Première idée due à Sir D. Brewster. — Avantages pour les épreuves instantanées. . . . . *id.*

§ 13. — Description détaillée. — Cloison. — Store à ressort. . . 156
§ 14. — Des objectifs appropriés aux vues instantanées. — Doubles. — Quel foyer. — Orthoscopiques 160
§ 15. — Appareil spécial pour obtenir les épreuves instantanées. — Allonge à volet mû par la pesanteur. — Manière de s'en servir. 162
§ 16. — Objectifs orthoscopiques. — Description détaillée. — Leurs avantages. — Leurs inconvénients. 166

CINQUIÈME PARTIE.

DE LA MÉTHODE POUR PRODUIRE LES ÉPREUVES STÉRÉOSCOPIQUES PAR LA PHOTOGRAPHIE.

§ 1er. — De l'écartement des chambres noires. 172
§ 2. — Discussion du principe. — Angle très-petit. — Relief suffisant. 175
§ 3. — Système optique plus puissant que les yeux. 177
§ 4. — Théorie de sir D. Brewster. 178
§ 5. — Valeur de l'angle optique. — Tableau de l'écartement des stations. 179
§ 6. — Rapports entre la distance focale des systèmes optiques, photographiques et stéréoscopiques. 182
§ 7. — Résumé de la théorie, manière d'opérer. — Manœuvre de l'instrument monoculaire. . . . . *id.*
§ 8. — De l'usage des chambres binoculaires. 188
§ 9. — Considérations générales 191

SIXIÈME PARTIE.

DES ÉPREUVES NÉGATIVES.

§ 1er. — Du collodion rapide. 195
§ 2 — Du bain d'argent. 196
§ 3. — Temps de pose. 198

§ 4. — Développement. — Procédés divers. 199
§ 5. Renforcement. — Protochlorure de Palladium. — Bichlorure de Mercure, etc. 201
§ 6. — Procédés divers. 203
§ 7. — Epreuves négatives sur albumine. — Considérations générales sur la composition de la couche. 204
§ 8. — Préparation de l'albumine. 207
§ 9. — De l'action des sucres et gommes ajoutés à l'albumine.. 208
§ 10. — De l'ioduration de l'albumine. — Décantage de cette liqueur. — Manière de la clarifier et de la faire déposer.. . . 210
§ 11. — Procédés divers de négatifs sur albumine. — Première méthode.. 212
§ 12. — Deuxième méthode. . . . , ... , ... 214
§ 13. — Extension de l'albumine 215
§ 14. — Fin de ce procédé. — Nettoyage des glaces dépolies.. . 217
§ 15. — Machine à albuminer. 210
§ 16. — Négatif par la caséïne. — Isomère de l'albumine ayant quelques qualités particulières très-utiles à la photographie. 221
§ 17. — Préparation de la caséïne. — Manière de la conserver. 229
§ 18. — Formule de la solution à étendre sur les glaces. 324
§ 19. — Méthode opératoire complète. . . . . *id.*

SEPTIÈME PARTIE.

DES PROCÉDÉS A COUCHES SUPERPOSÉES ET DU COLLODION SEC.

§ 1er. — Alliance de l'albumine et du collodion. — Épreuves négatives. — Généralités sur les procédés à couches superposées 229
§ 2. — I. Albumine pure iodurée sur collodion ioduré. — (Procédé Taupenot, inventeur.) — Premier procédé et sa méthode opératoire . . . . . , 231
§ 3. — II. Albumine mélangée, iodée sur collodion ioduré. — Premier procédé. 239
§ 4. — Deuxième procédé. — Dosage et manière d'opérer . . . 242
§ 5. — III. Albumine iodurée sur le collodion naturel. — Les avantages de cette méthode 245
§ 6. — IV. Albumine naturelle sur collodion ioduré. 248

§ 7. — V. Collodion ioduré sur albumine iodurée. 250
§ 8. — VI. Collodion ioduré sur albumine brômurée. 252
§ 9. — VII. Gélatine sur collodion ioduré. — Avantages de la gélatine, préparation de ce produit. 254
§ 10. — Du collodion sec. — Les qualités qu'il doit avoir. — Porosité de la couche. — Action des alcalis. — Formule du collodion. 258

HUITIÈME PARTIE.

DES ÉPREUVES POSITIVES.

§ 1er. — Des épreuves positives sur papier albuminé. — Albuminage du papier. — Chlorure d'or dans l'albumine. 265
§ 2. — Réaction chimique de cette préparation. 267
§ 3. — Albuminage à la cuvette. 269
§ 4. — Albuminage au pinceau. 270
§ 5. — Bain sensibilisateur. 272
§ 6. — Nouveau procédé pour conserver au bain d'argent portatif sa limpidité. 274
§ 7. — Exposition à la lumière, vernissage des clichés. 275
§ 8. — Bain fixateur. — Chlorure d'argent noirci. — Comment le faire. — Manière de conduire le fixage. — Lavage réitéré et continuel. — Conservation du bain. 279
§ 9. — Virage des épreuves positives sur albumine par le sel de chaux et d'or. 282
§ 10. — Fixage au sel d'or (M. Laborde). 284
§ 11. — Préparation du chlorure double d'or et d'ammonium, d'or et de potassium, d'or et de sodium. 286
§ 12. — De l'albuminage postérieur. — Composition de l'albumine. 287
§ 13. — Appropriation des vieux bains négatifs à la préparation des papiers positifs. 288
§ 14. — Tirage des épreuves positives transparentes sur albumine. 289
§ 15. — Tirage des positifs transparents au collodion dans la

chambre noire. — Installation et description de l'appareil. . 292
§ 16. — Des épreuves positives micrographiques. — Installation de l'appareil. — Composition du collodion et du bain sensibilisateur. — Du développement. — Mise à l'abri des épreuves. 295
§ 17. — Du montage des épreuves stéréoscopiques sur papier. — 1° Du coupage. — Précautions à prendre. — Règles à suivre. — 2° Du carton. — 3° Du collage. — 4° Satinage. . . 299

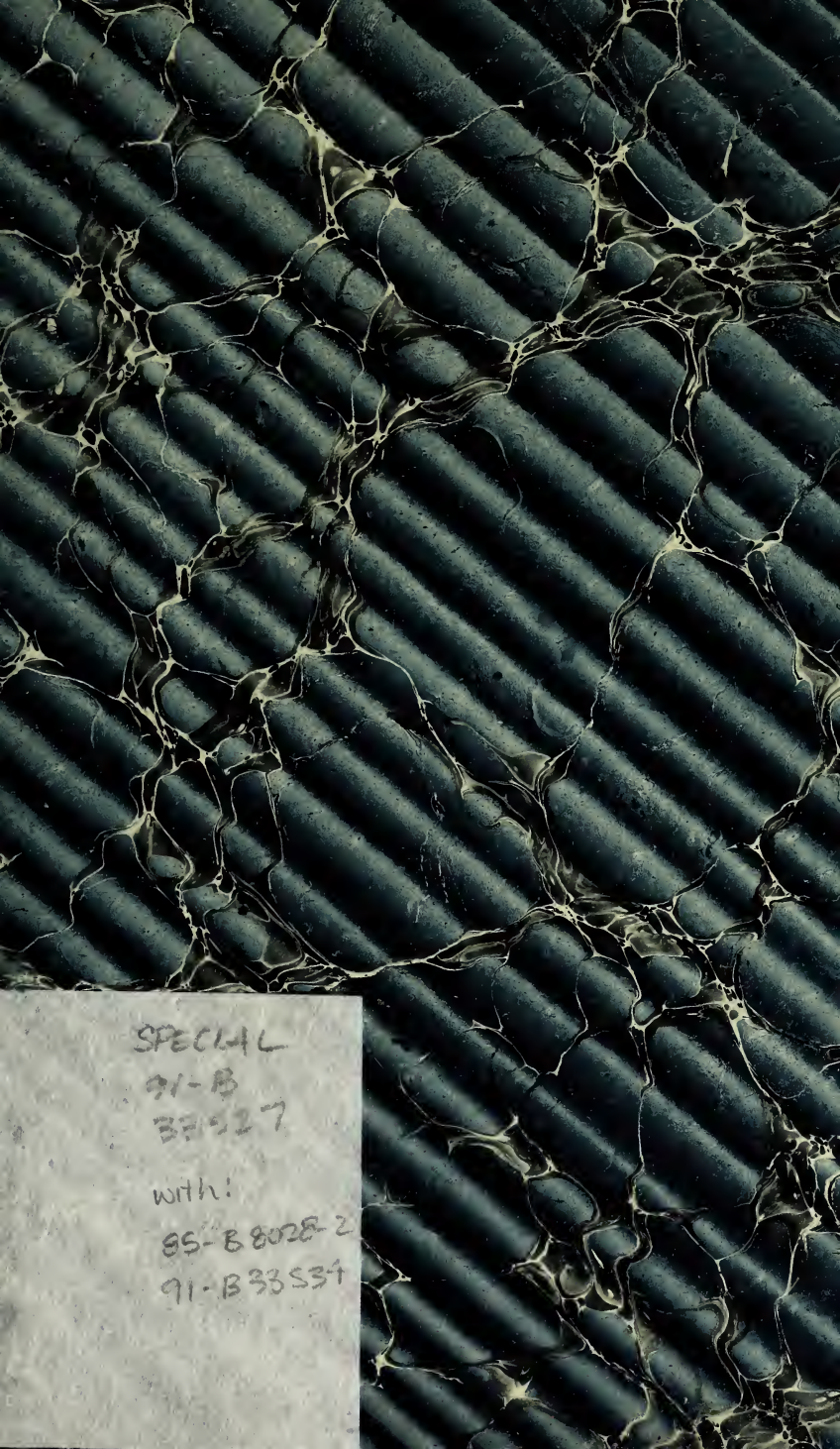
NEUVIÈME PARTIE.

APPAREILS DIVERS SE RATTACHANT AU STÉRÉOSCOPE.

§ 1er. — Téléstéréoscope. 307
§ 2. — Stéréoscopie appliquée à l'enseignement. 311
§ 3. — Du stéréomonoscope Claudet. 312
§ 4. — Représentations microscopiques simples et stéréoscopiques (Dubosc) 315
§ 5. — Vue en relief des objets représentés graphiquement. . . 318
§ 6. — Expériences au moyen du stéréoscope sur la lumière polarisée 321

FIN DE LA TABLE.

Coulommiers. — Imprimerie de A. MOUSSIN.



SPECIAL
91-B
37527

with:
85-B8028-2
91-B33534